

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ –
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Hornicko-geologická fakulta
Institút geoinformatiky**

**NÁVRH OPTIMÁLNEHO POSTUPU PRE
ZAMERIAVANIE BODOV, LÍNIÍ A PLOCH
POMOCOUP GPS V LESE**

diplomová práca

**SUGGESTION OF OPTIMAL PROCEDURE FOR GPS
MEASUREMENTS IN THE FOREST**

diploma thesis

Autor:

Bc. Daniela Sumegová

Vedúci diplomovej práce:

Ing. Lucie Juřikovská

Ostrava 2010

Pod'akovanie

Na tomto mieste by som chcela poďakovať hlavne mojej vedúcej diplomovej práce, ktorá prispela k úspešnému zvládnutiu diplomovej práce, k jej odbornej spolupráci. Ďalej by som chcela taktiež poďakovať pracovníkom inštitúcie ÚHÚL vo Frýdku-Místku za odborný výklad ich činností a za praktické ukážky v teréne počas mapovania.

A taktiež rodičom, ktorý mi umožnili študovať a tak mi dali šancu túto prácu vytvoriť.

Čestné prehlásenie

Týmto prehlasujem, že predkladaná diplomová práca je mojou jedinečnou autorskou prácou, ktorú som vypracovala samostatne počas štúdia pod vedením vedúceho diplomovej práce a s použitím uvedenej odbornej literatúry a informácií, ktoré sú uvedené v použitej literatúre.

Bola som zoznámená s tým, že na moju diplomovú prácu sa plne vzťahuje zákon č.121/2000 Zb. § 35 - autorský zákon o využití diela v rámci občianskych a náboženských obradov, v rámci školných predstavení a využitie diela školného a § 60 – školne dielo.

Beriem na vedomie, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava má právo neziskovo, ku svojej vnútornej potrebe, diplomovou prácou užiť (§ 35 odst. 3).

V Ostrave dna 10.5.2010

Bc. Daniela Sumegová

Anotácia

Diplomová práca sa zaoberá problematikou mapovania bodov, línií a polygónov pomocou mobilných geoinformačných technológií. Cieľom práce je navrhnúť optimálny postup pre riešenie typových úloh zamerania siete bodov, línií a plôch pomocou GPS v zalesnenom prostredí. V práci sú rozpísané základné informácie o globálnych navigačných a polohových systémoch, ďalej sú rozpísané rôzne metódy meraní, spôsoby spresňovania meraní, vplyvy, ktoré spôsobujú nepresnosti meraní. Ďalej sú rozpísané základné informácie o prístrojoch na meranie a taktiež základné informácie o softwaru, ktorý sa používa v prístrojoch na mapovanie. V nasledujúcej kapitole sú vypísané metodické kroky pre zameranie objektov v lese s doporučenými nastaveniami a parametrami pre hardware a software, postupy od voľby podkladových dát až po transport dát do desktopového počítača. V závere práce sú spomenuté vlastné merania v teréne, ktorými sa overovala metodika mapovania.

Kľúčové slová: GPS, WAAS/EGNOS, GIS, mobilné geoinformačné technológie, mapovanie lesov, metodika, PDOP

Summary

The thesis deals with the mapping of points, lines and polygons with mobile geoinformation technologies. The aim of the work is to propose an optimal solution for measuring points, lines and areas using with GPS in forests. In thesis are information about the global navigation and positioning system, different measurement methods, improvement the measuremen and influence, which the measurement is aggravating . Next are the basic information about devices for measuring and also basic information about the software used in devices for mapping. The next chapter are written the methodical steps to mapping objects in the forest with recommend parameters for hardware and software, and also the steps from choise the background data after to transport data to the desktop computer. Finally is itself measurements in the forest, which was tested the methodology for mapping.

Keywords: GPS, WAAS/EGNOS, GIS, mobile geoinformation technologies, forest mapping, methodology, PDOP

Obsah

1.	Cieľ.....	2
2	Úvod do problematiky.....	3
2.1	GNPS.....	3
2.1.1	NAVSTAR – GPS	3
2.1.2	Galileo	4
2.1.3	Glonass	4
2.1.4	Všeobecná štruktúra GNPS	5
2.2	Signály vysielané družicami	5
2.3	Komunikácia pomocou protokolov.....	6
2.4	Súradnicový systém.....	7
2.5	Nadmorská výška	8
2.6	Princíp určovania polohy.....	9
2.7	Metódy merania	10
2.8	Metódy spresňovania polohy.....	12
2.8.1	Priemerovanie meraní (Averaging).....	12
2.8.2	DGPS (Differential GPS)	13
2.8.3	CZEPOS	14
2.8.4	VESOG.....	17
2.8.5	Diferenčné dáta cez geostacionárne satelity - SBAS	17
2.10	Vplyv lesného porastu na presnosť zistenia polohy pomocou GPS	25
3	ÚHÚL.....	26
	K čomu je možné použiť GPS v lesníctve?	26
4	Rešerše na tému Mapovanie pomocou MGIT	28
5	Prehľad dostupných GNSS prijímačov, technických prostriedkov	31
5.1	GPS prístroje geodetické a prístroje určené pre GIS merania	32
5.2	Potreby ÚHÚL-u u prístrojov	34
5.3	Prístrojové vybavenie ÚHÚL—u.....	36
5.3.1	Trimble GeoExplorer 2005- GeoXH	37
5.3.2	Trimble GeoExplorer 2008- GeoXM.....	38
5.3.3	Trimble Juno SC	38
5.3.4	Trimble Nomad 800	39
5.3.5	Trimble Pathfinder PreXH.....	40
5.3.6	MIO P550 – PDA.....	40
5.3.7	Laserový diaľkomer FOREST PRO	41
5.3.8	Antény	42
5.4	Porovnanie MGIT prístrojov	43
6	Programové aplikácie	44
6.1	Požiadavky ÚHÚL—u	45
6.2	Programy pre desktopové riešenia, Programy pre spracovanie GPS dát v PC.....	46
6.2.1	OziExplorer.....	47

6.2.2	Topol xT NT	48
6.2.3	Janitor	49
6.2.4	H - STAR.....	49
6.3	Programy pre zber dát v teréne	50
6.3.1	ArcPad	50
6.3.2	OziExplorer CE.....	53
6.3.3	NoniGPSplot.....	54
6.4	Programy pre prevod dát	54
6.5	Software pre transformáciu dát medzi súradnicovými systémami	55
6.6	Programy pre plánovanie merania	56
6.7	Program pre vypínanie statickej navigácie	58
7	Mapové podklady, mapy, zdrojové Dáta.....	59
7.1	ORLP	59
7.2	LHP, LHO.....	60
7.3	Obrysová mapa, porastová mapa	60
7.4	Katastrálna mapa.....	60
7.5	Farebné ortofoto ČR.....	61
7.6	Štátna mapa odvodená.....	61
7.7	Súhrn informácií o dátach.....	62
8	Metodika.....	63
8.1	Definícia cieľa mapovania.....	64
8.2	Kroky mapovania a jeho postupy.....	64
8.2.1	Prípravné kancelárske práce	64
8.2.2	Samotne mapovanie „raw“ dát a terénne práce	66
8.2.3	Kancelárske spracovanie dát v PC	71
9	Vlastné merania - overovanie metodiky.....	73
9.1	Terénny experiment č.1 - revízia bodov PPBP	73
9.1.1	Príprava mapovania.....	73
9.1.2	Mapovanie	75
9.1.3	Spracovanie.....	75
9.2	Terénny experiment č.2 – mapovanie objektov vo Frýdeckých lesoch	76
9.2.1	Príprava mapovania.....	76
9.2.2	Mapovanie	76
9.2.3	Spracovanie dát.....	77
9.3	Výsledky	79
10	Diskusia	80
11	Záver.....	81
12	Zoznam použitej literatúry.....	82
13	Zoznam použitých obrázkov, tabuliek	84
14	Zoznam príloh.....	86

Zoznam použitých skratiek

CZEPOS	Česká sieť permanentných staníc pre určovanie polohy
ČUZK	Český úrad zememeračský a katastrálny
DGPS	Differential GPS
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service
GIS	Geografický informačný systém
GLONASS	Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistěma
GNPS	Globálne navigačné a polohové systémy
GPS	Globálny polohový systém
MGIT	Mobilné geoinformačné systémy
NAVSTAR GPS	Navigation Signal Timing and Ranging Global Positioning System
NMEA	National Marine Electronics Association
NTRIP	Networked Transport of RTCM via Internet Protocol
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
RTK	Real Time Kinematic
SBAS	Satellite-Based Augmentation Systems
S-JTSK	Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej
TTF	Time to First Fix
ÚHÚL	Ústav pre Hospodársku Úpravu Lesov
UTM	Univerzálny transverzálny Mercatorov systém súradníc
VESOG	Výskumná a experimentálna sieť pre observácie s GNSS
WAAS	Wide Area Augmentation System
WGS-84	World Geodetic System - 1984
WMS	Web Map Service

Úvod

Drevo bolo spoločne s kosťami a kameňom prvým materiálom, ktorý začali ľudia využívať. Jeho všestranná použiteľnosť pre výrobu nástrojov, ako stavebného materiálu i paliva viedla k tak intenzívnej eksploatacii lesov, že sa nestačili obnovovať. Vznik lesníctva bol logickou reakciou na stav, kedy prírodné lesy neboli schopné pokrývať dopyt po dreve. Cieľom lesníctva je vytvoriť rovnováhu medzi produkciou a spotrebou dreva. Od počiatku tak lesníctvo spočíva v jednote hospodárskeho využívania a ochrany lesov. Táto diplomová práca by mala aspoň malým dielom pomôcť k lepšej údržbe lesov navrhnutím metodiky pre optimálne zameriavanie objektov v lese pomocou GPS. Tematické mapovanie možno v dnešnej dobe uskutočniť niekoľkými spôsobmi. Vo svojej práci sa zameriam na jeden spôsob, a to na mapovanie pomocou mobilných navigačných zariadení (MGIT). Tento postup sa stal v poslednej dobe jedným z najobľúbenejších spôsobov mapovania krajiny. GNPS a MGIT sú významnou a rýchlo sa rozvíjajúcou sa zložkou pri mapovaní krajiny. Dnešná doba smerujúca k informatizácii, ekologizácii a globalizácii vyžaduje existenciu takýchto nástrojov, ktoré dokážu efektívne spravovať, analyzovať a zobrazovať priestorové dáta.

1. Cieľ

Mapovanie v lesnom poraste pomocou systému GPS je veľmi obtiažne a zvyčajne je sprevádzané zhoršenou kvalitou družicového signálu pod korunami stromov. Táto práca sa zaoberá úlohami, ako mapovanie v lese optimalizovať a dosiahnuť tak kvalitnejšie výsledky pri práci.

Hlavné ciele tejto práce by sa dali rozdeliť do troch skupín:

- 1, rešeršná práca na tému metodika merania pomocou GPS
- 2, navrhnúť a odporučiť konfigurácie pre hardware a software
- 3, navrhnúť postup pre riešenie typových úloh zamerania siete bodov, línií a plôch pomocou GPS v lesa
- 4, navrhnúť metodiku merania od prípravných prác až po spracovanie výsledkov.

Prvá úloha sa zaoberá teoretickou časťou od zoznámenia sa s problematikou GPS, metódami merania, portfóliom hardwaru a softwaru až po rešerše študentských prác a prác z lesníckeho prostredia, ktoré sa zoberali problematikou merania v lesnom prostredí. Boli to práce ako napríklad inventarizácia, monitoring lesných porastov. Následná úloha je prehľad dostupných dát pre mapovacie práce. Taktiež sa budem zaoberať výberom softwaru pre transformáciu dát medzi systémami WGS84 a S-JTSK.

Druhá časť spočíva v prieskume dostupností aplikácií vhodných pre mapovanie a následne preverovaním softwaru. Tu sa zameriam na tie aplikácie, ktoré budú efektívne pre prácu v teréne a schválené konzultantom. Taktiež preveruje prístrojové vybavenie inštitútu ÚHUL-u a ich kompatibilita s aplikáciami.

A poslednou úlohou, a tou najdôležitejšou, je vytvorenie manuálu, metodiky, ktorá by obsahovala presne kroky a návody pri postupe zberu dát pomocou GPS. Následne by mala byť táto metodika overená v praxi vykonaním jednoduchej úlohy, ktorá by zahrnovala jednak body, línie i plochy.

2 Úvod do problematiky

Táto metodická časť sa zaoberá vyhľadávaním dostupných knižných a internetových zdrojov, ktoré súvisia s témou tejto diplomovej práce. K tomu aby sme mohli dobre pochopiť zadanú úlohu a vyriešiť ju, musíme sa najskôr zoznámiť so súčasnými technológiami a trendmi v oblasti globálnych navigačných a polohových systémov. Pochopiť základne princípy a metódy mapovania, a nájsť tak to najlepšie a najjednoduchšie riešenie.

2.1 GNPS

Táto skratka znamená globálne navigačné polohové systémy, definíciu tohto pojmu výstižne opísal doc. Rapant, vo svojich publikáciách: „navigáciou je označované cieľavedomé vedenie osôb a dopravných prostriedkov z jedného miesta na druhé po dopredu vytýčenej trase“. Hlavný princíp určovania polohy, je určenie polohy pomocou rádiových vĺn, ktoré vysielať radiomajáky o známych bodoch a užívateľské prijímače signál vyhodnocujú, vypočítajú vzdialenosť (pseudovzdialenosť) medzi nimi a určia tak polohu. Tento princíp využívajú systémy ako sú napr. Navstar – GPS, Galileo, Glonass, Beidou a iné. O nich sa ešte rozpišem v tejto práci [Rapant 2002].

GNPS sú schopné zakryť celý zemský povrch navigačným signálom a zaistiť tak nepretržitú službu 24 hodín denne kdekoľvek na Zemi, nezávislé na stave počasia a ročného obdobia.

2.1.1 NAVSTAR – GPS

V USA sa v 70. rokoch minulého storočia začal vyvíjať systém GPS NAVSTAR (angl. Global Positioning System - NAVigation Satellite Timing and Ranging). V angličtine je veľmi zaužívaná skratka GPS. Najskôr bol vyvíjaný pre americkú armádu, neskôr od roku 1993 bol sprístupnený i pre civilné potreby. Do dnešnej doby prešiel systém niekoľkými fázami vývoja. Prvá družica tohto systému bola vypustená v roku 1978, spolu s ďalšími desiatimi slúžila na testovanie a prípravu systému. V roku 1994 bola dokončená operačná fáza systému, pozostávajúca z 24 družíc. Vesmírny segment tvoria družice, ktoré sú rozmiestnené nad povrchom Zeme vo výške približne 20 200 km. Nachádzajú sa v šiestich dráhových rovinách, sklon dráh ku rovníku je 55°. V každej dráhe sa nachádzajú štyri

družice, v niektorých dráhach sa nachádza aj piata, tá slúži ako aktívna záloha, prípadne na testovacie účely. Obežná doba družice je 12h hviezdneho času, to znamená, že rovnaká konfigurácia nastane po 11h 58min slnečného (siderického) dňa [Rapant 2002].

2.1.2 Galileo

Navigačný systém Galileo je plánovaný, plne civilný, autonómny európsky GNPS, ktorý by mal byť obdobou systémov NAVSTAR-GPS a GLONASS a mali by sa dopĺňať. Jeho výstavbu zaisťujú štáty Európskej únie a ich inštitúcie. Za projektom stojí Európska Vesmírna Agentúra. Celkové náklady sa odhadujú na 2 miliardy eur. Až bude projekt dokončený, bude patriť Európskej Komisii, ktorá ho podľa plánu, prenajme komerčnému konzorciu. Spustenie Galilea je stále oddiaľuje a pôvodne mal byť spustený v roku 2010, podľa nových plánov je najbližší rok spustenia 2014. Projekt bol pomenovaný podľa talianskeho vedca Galilea Galileiho.

Systém má byť tvorený 30 družicami (27+3), obiehajúcimi vo výške približne 23 tisíc kilometrov nad povrchom Zeme po dráhach so sklonom 56° k zemskému rovníku v troch rovinách, vzájomne voči sebe posunutých o 60° . Každá dráha bude mať 9 miest pre družice a 1 pozíciu ako zálohu, aby systém mohol byť pri zlyhaní družice rýchlo obnovený na plný počet. Systém Galileo by mal bežnému užívateľovi poskytovať horizontálnu presnosť asi 4 m v prípade použitia dvojfrekvenčného prijímača a 15 m v prípade jednofrekvenčného prijímača [1] [2].

2.1.3 Glonass

Ruský navigačný systém GLONASS (Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya Sistema) je spravovaný ruskou armádou. Podobne ako americký GPS, aj jeho vývoj sa začal v 70-tych rokoch minulého storočia. Skladá sa z 24 družíc, umiestnených na troch obežných dráhach (8 družíc na každej z dráh) so sklonom asi 65° voči rovníku. Takáto konštelácia zaisťuje viditeľnosť minimálne šiestich družíc, kedykoľvek a kdekoľvek z povrchu Zeme. Kvôli zlej ekonomickej situácii, sa vývoj trochu spomalil, ale plne funkčný by mal byť do roku 2011. Princíp GPS a GLONASS je totožný, ale líšia sa v niektorých veciach. Zatiaľ čo GPS družice používajú rovnakú frekvenciu, ale odlišné kódy pre individuálnu identifikáciu, družice GLONASS vysielajú rovnaký identifikačný kód, ale na odlišných frekvenciách. Momentálne je na trhu dostupných len pár GLONASS prijímačov,

a to aj tak v kombinácii s GPS/GLONASS prijímač u kvalitných geodetických prístrojov [Rapant 2002].

2.1.4 Všeobecná štruktúra GNPS

Polohový systém sa skladá z troch segmentov. Menovite sú to kozmický segment, riadiaci a užívateľský segment.

Kozmický segment sa skladá zo sústavy umelých družíc, ktoré obiehajú našu planétu Zem v presne určených dráhach. Jednotlivé GNPS systémy sa líšia typom obežnej dráhy, výškou, sklonom a počtom obežných dráh, ďalej potom typom družíc, ich počtom a rozmiestnením na dráhach. Prehľad týchto údajov je zobrazený v tabuľke č.1.

Riadiaci segment sa skladá z pozemných staníc, ktoré monitorujú kozmický segment, vyhodnocujú a upravujú tak, aby plnil správne svoju funkciu. Sledujú chovanie družíc, udržiavajú na nich správny čas, a vykonávajú ich údržbu. Riadiace stanice sú rozložené tak, aby mali stály kvalitný príjem zo všetkých družíc.

A posledný segment je užívateľský, ktorý sa neustále rozširuje. Tvoria ho jednotlivé GPS prijímače, užívatelia a vyhodnocovacie nástroje. Pasívne prijímajú a spracúvajú signály z družíc [Rapant 2002].

GNPS	výška obežnej dráhy (km)	sklon obežnej dráhy	počet dráh	počet družíc
GPS	20 200	55°	6	24-26
Glonass	19 000	65°	3	24
Galileo	23 000	56°	3	30

Tabuľka č. 1 – Parametre GNPS

2.2 Signály vysielané družicami

Taktiež spomeniem okrajovo signály, ktoré vysielajú družice. Každý signál je kombinácia sínusovej nosnej vlny, diaľkomerného kódu a navigačnej správy. Všetky družice vysielajú na dvoch nosných frekvenciách. Sú to frekvencie L1 (1575,42 MHz) a L2 (1227,60 MHz). Na frekvencii L1 sú vysielane diaľkomerné kódy C/A a P, ktoré zaisťujú tzv. štandardnú polohovú službu a na frekvencií L2 je vysielaný iba P(Y) kód, ktorý zaisťuje presnú

polohovú presnosť. Na každej frekvencii je tiež vysielaná navigačná správa. Kódy sú vlastne postupnosť jednotiek a núl, ktoré sú svojim charakterom blízke šumu (tzv. PRN kód, z angl. Psseudo Random Noisa). Každá družica má pridelený svoj vlastný kód, ktorý sa opakuje každú milisekundu. Vďaka tomu je možno každú družicu identifikovať na základe jej PRN čísla.

Navigačná správa obsahuje presné parametre o predpovedanej pozícii družice na obežnej dráhe (efemeridy), približnú polohu ostatných družíc (almanach), údaje o presnom čase vyslania správy, koeficient ionosférického modelu a stav družice (angl. health). Každý satelit vysiela svoje efemeridy každých 30 sekúnd rýchlosťou 50 b/s. Doba platnosti efemerid je spravidla 4 hodiny. Pod almanachom si môžeme predstaviť mapu satelitov na oblohe a prijímač tak môže rýchlo určiť, ktoré satelity by mal teoreticky vidieť a ktoré sú skryté za horizontom. Je to súhrnná dlhodobá predpoveď dráh družíc, ktorá zostáva v pamäti prijímača aj niekoľko mesiacov. Pri systéme GPS nie sú tieto informácie také presné ako u WAAS systému. Stiahnutie kompletného almanachu pre GPS pritom trvá 12,5 minúty [Rapant 2005].

2.3 Komunikácia pomocou protokolov

Komunikácia prebieha väčšinou prostredníctvom NMEA viet, ale u niektorých prístrojov, ako napr. Garmin, je to protokol Garmin Binary Format.

Predstavíme si protokol NMEA 0183 „National Marine Electronics Association“ v súčasnosti vo verzii 3.01. Je to organizácia vydávajúca v USA normy pre námorné elektrické zariadenia. Pôvodne sa používal tento dátový formát v námornej plavbe pre komunikáciu elektrických navigačných zariadení. Protokol je koncipovaný tak, aby komunikácia prebiehala medzi jedným hovorcom (talker) a jedným alebo viacerými poslucháčmi (listeners). Všetky dáta protokolu NMEA 0183 sú posielané vo forme viet (sentences). Prenosová rýchlosť je 4800 baud. Je predávaný cez sériové rozhranie.

Vety môžu obsahovať iba tlačiarenské ASCII znaky a znaky koncov riadkov (<CR> - 0x0dH, <LF> - 0x0aH). Obecný formát viet zo strany hovorcu vyzerá nasledovne:

\$tsss,d1,d2,...<CR><LF>

Každá veta začína znakom \$ (dolar) a končí sekvenciou <CR><LF>. Existujú tri základné druhy viet ako vety zo strany hovorcu (talker sentences), proprietárne vety (proprietary

santences) a opytovacie vety (query sentences). Prvé dva znaky nasledujúce po znaku dolár (označené tt) predstavujú identifikátor hovorca (talker identifier). Ďalšie tri písmena (sss) označujú identifikátor vety (sentence identifier). Dátové položky (d_1, d_2, \dots, d_x) sú oddelené čiarkami (znak ","). Za dátovými položkami nasleduje nepovinný kontrolný súčet. Celú vetu ukončuje skupina znakov <CR><LF>. Význam dátových položiek je jednoznačne definovaný pre konkrétny typ vety (identifikátor sss). Ak určitá dátová položka nie je k dispozícii, zostane dátové pole prázdne, ale čiarky oddelujúce dátové pole zostávajú (bez medzery). Kontrolný súčet začína znakom hviezdica ("*") a za ňou sú dve hexadecimálne číslice predstavujúce logickú operáciu XOR (exclusive OR) zo všetkých znakov medzi "\$" a "*". Samotný dolár a hviezdica sa do kontrolného súčtu nezapočítavajú. Každá veta môže obsahovať najviac 80 znakov plus "\$" a <CR><LF>, celkom teda $2^7 = 128$ znakov, 8 bitov (viac sa môžete dozvedieť v prílohe *priloha_NMEA.pdf*) [3].

Najčastejšie sa používajú tieto typy viet zo strany hovorca:

- GPRMC minimálne doporučené informácie pre navigáciu
- GPGBA obsahuje základné informácie o polohe a čase merania
- GPGSA obsahuje aktívne satelity a DOP

Pri metóde DGPS v reálnom čase sa korekčné dáta odosielať transportným protokolom NTRIP a komunikačným protokolom formátu RTCM SC-104. Prenos sa deje pomocou siete Internet, dátovým prenosom cez mobilne siete. Ak nie je možný príjem on-line, tak sa dáta dajú stiahnuť z archívu vo formáte RINEX a následne sa využijú pri post-processingu [33].

2.4 Súradnicový systém

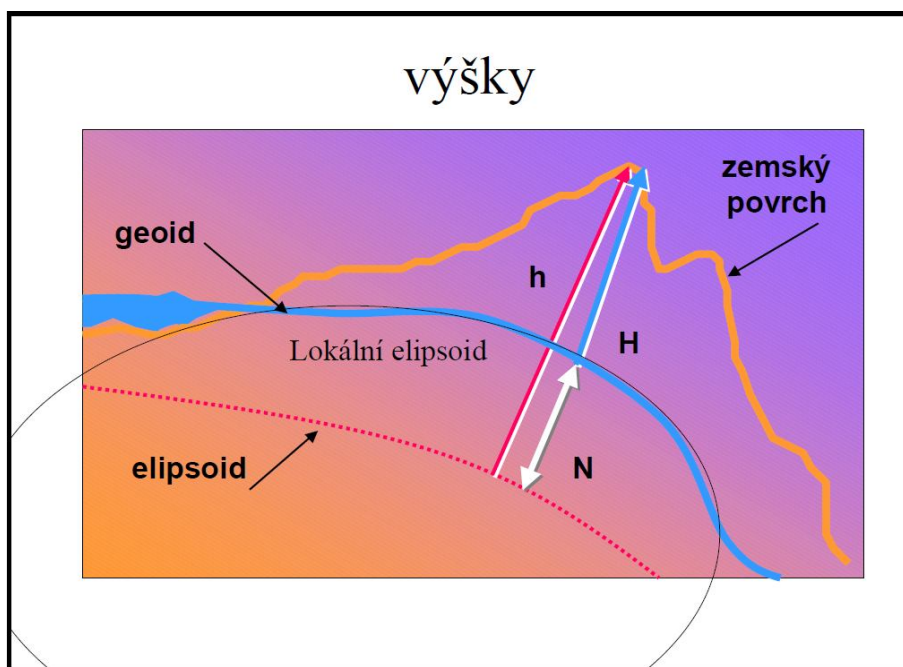
Pre získavanie informácií o polohe na zemskom povrchu, alebo o výške nad ním je potrebné mať súradnicový systém a vyjadrenie polohy v súradniciach. Aby sme zistili tuto informáciu, potrebujeme aproximovať zemský povrch nejakým telesom. Najjednoduchšie teleso na matematický popis je guľa, ale ta ani zďaleka neodpovedá skutočnému tvaru našej zemegule. Naša planéta sa najviac podobá elipsoidu, avšak ani ten nie je presným matematickým vyjadrením tvaru. Po rokoch snahy odborníkov čo najpresnejšie a zároveň najjednoduchšie aproximovať Zem, sa v súčasnosti používa pre väčšinu aplikácií elipsoid s označením WGS-84 „World Geodetic System 1984“ (valcové zobrazenie). A tak každý

prijímač poskytuje určenie polohy v tomto svetovom geodetickom systéme. Problém nastáva vtedy, keď chceme aby sme zaznamenávali polohu v systéme, ktorý sa bežne používa na našom území.

Najčastejšie používanými súradnicovými systémami u nás sú S-JTSK (viazaný na Křovákovo konformné kuželové zobrazenie) pre civilní sektor a S-42 (Gauss-Kruegerovo konformné valcové zobrazenie) pre vojenský sektor. Dnes neexistujú ešte prístroje, ktoré ukladajú dáta rovno v súradnicovom systéme S-JTSK. Preto sa transformácia dát musí riešiť dodatočne. V kapitole 6.5 sú zobrazené aplikácie, ktoré transformujú dáta s uspokojivou presnosťou.

2.5 Nadmorská výška

Nadmorská výška h prepočítaná z pravouhlých súradníc WGS-84 sa vzťahuje k ploche referenčného elipsoidu a preto ju označujeme ako výšku nad elipsoidom. Pre mapovanie a technické práce nás však skôr zaujíma nadmorská výška H , odpovedajúca výške nad geoidom. Prijímače GPS sú schopné poskytovať obe tieto výšky. V rámci Českej republiky sa výška geoidu nad elipsoidom N pohybuje približne v intervale od 42.5 m na východ po 47 m na západ [4].



Obrázok č. 1 – Zobrazenie výšok

2.6 Princíp určovania polohy

Poloha prijímača je určená geometrickým pretínaním zo vzdialenosti medzi satelitmi a prístrojom, ktoré sa určujú spracovaním družicového signálu. Pre výpočet presnej polohy sa používajú tri základné princípy [Rapant 2002]:

ad a, kódové meranie

Metódy založené na spracovaní kódového merania určia vzdialenosť ako súčin doby a rýchlosti šírenia signálu medzi družicou a anténou. Rýchlosť šírenia signálu sa rovná rýchlosti svetla. Doba šírenia signálu je odvodená z porovnania fázy kódu vysielaného družicou s fázou kódu generovaného v prijímači. Fázový posun medzi prijatým a vyslaným kódom je priamo úmerný dobe šírenia signálu. Pretože sa signál nešíri vo vákuu a hodiny prijímača nie sú presne synchronizované s hodinami družice, obsahuje meranie fázy systematickú synchronizačnú chybu. Z tohto dôvodu je výsledná vzdialenosť družica – prijímač označovaná ako pseudovzdialenosť. Kódové meranie sa používa pre navigáciu.

ad b, fázové meranie

Fázové meranie je založené na odlišnom princípe a je presnejšie ako kódové. Vôbec nepracuje s diaľkomernými kódmi, ale spracovávajú sa vlastne nosné vlny. Je využiteľné pre tvorbu geodetického bodového pola a samozrejme tiež pre podrobné mapovanie. Vzdialenosti medzi družicou a GPS aparátúrou sú určené z merania nosnej vlny GPS signálu. Pri fázovom meraní nesmie dôjsť k prerušeniu signálu. Akékoľvek i krátkodobé prerušenie signálu znamená znemožnenie určenia správneho celočíselného násobku vlnovej dĺžky (ambiguity) a je nutné meranie opakovať. Teoretická presnosť dosahuje rádovo desiatky milimetrov.

ad c, dopplerovské meranie

Tento typ merania využívajú, ako je už z názvu známe, dopplerovho posunu (zmeny frekvencie signálu vysielaného pohybujúcim sa objektom). V praxi sa s nimi však skoro vôbec nestretneme, pretože sa používajú hlavne pri určovaní rýchlosti prijímača.

2.7 Metódy merania

Jedno z hlavných delení je určovanie:

- absolútnej polohy priamo v teréne - za pomoci jednej aparatúry určíme priestorovú polohu na základe pseudovzdialeností. Prístroj môže byť v pokoji alebo pohybe. Metóda je vhodná k navigácii.
- relatívnej polohy - vzhľadom ku známemu bodu za pomoci referenčného prijímača (DGPS). Môžeme ho použiť v aj reálnom čase priamo pri meraní v teréne, ale i následne spracovať v kancelárii (post-processing).

Ďalšie delenie môžeme uviesť podľa toho, či sa užívateľ s meracím prístrojom pohybuje alebo nie. Vtedy delíme metódy merania na statické a kinematické určovanie polohy. Líšia sa postupom, dobou observácie, presnosťou určenia polohy. Pri statickom určovaní polohy je prijímač po dobu merania vzhľadom k zemskému povrchu v pokoji. Pri kinematickom meraní je anténa stanice GPS vzhľadom k zemskému povrchu v pohybe. Presnosť statických metód a rýchlosť kinematických meraní prispela k vývoji kombinovaných technológií rýchleho určovania polohy. Sú to metódy “Rýchla statická metóda” (Fast static) a “Stop and Go” (zastav, zmeraj a pokračuj) [5] [6].

Statická metóda (static) patrí do relatívnych post-procesných metód. Jedná sa o dlhodobé meranie, časovo najnáročnejšie, ale zato je najpresnejšia. Doba observácie na jednom stanovisku je rádovo v hodinách (6 a viac). Vyhodnotenie sa prevádza až v kancelárii. Používa sa pre tvorbu, zhustenie a overenie bodového poľa.



Rýchla statická metóda (rapid static) je podobná klasickej statickej metóde a je najčastejšie používaná. Princípom metódy je reokupácia, čiže opakovane nezávislé meranie toho istého bodu s časovým odstupom. Doba merania je ale výrazne kratšia (8-10 minút), pričom skrátenie observačnej (“nastavovacej”) doby je umožnené technológiou rýchleho určovania ambiguit (počet celých periód medzi satelitom a prijímačom). Dobu merania výrazne ovplyvňuje typ prístroja aký použijeme. Pre túto metódu je rýchlejšie použiť dvojfrekvenčný prijímač s P-kódom. Optimálna konfigurácia družíc je 6 a viac s výškou 15° nad horizontom. V miestach zaclonenia družíc (v hlbokých zárezoch, tuneloch

alebo pod mostnými objektmi) nie je možné metódy využiť, hoci druhý potrebný prijímač (stanice GPS) je na referenčnom bode o známych súradniciach a po celú dobu merania prijíma družicové signály. Vzdialenosť mobilného prijímača (stanice GPS), ktorým sa uskutočňujú vlastné merania na určených bodoch, má byť do 15 km v okruhu zvoleného referenčného bodu.

Kinematická metóda. Jedná sa o metódu, kedy sa musí na počiatku merania vykonať inicializácia, ktorá trvá medzi 5–10 minútami. Pod pojmom inicializácia rozumieme vyriešenie ambiguit, tj. určenie ich počtu. Čo to ambiguita sú? Je to počet celých vln signálu medzi



senzorom a danou družicou, ktorý má celočíselný charakter. Metóda kinematická spočíva v tom, že sa vyriešia pri inicializácii ambiguita a potom sa nastaví interval odpočtu polohy bodov (napríklad po jednej epoche) a s prijímačom sa sleduje trajektória, ktorá nás zaujíma. Pri tomto meraní musíme súbežne observovať i na referenčnom bode, u ktorého poznáme súradnice. Ak sa počiatočná inicializácia vykonáva za pohybu aparatury, jedná sa o metódu Kinematic On The Fly (KOF). Následne určenie meraných súradníc sa vykonáva pomocou post-processingu.

Metóda Stop and Go sa radí medzi najrýchlejšie spôsoby merania, ktoré umožňuje určovať súradnice podrobných bodov avšak s nižšou presnosťou. Je obdobou kinematickej metódy. Princíp tejto metódy je rovnaký, len s tým rozdielom, že merač zapína a vypína na podrobných bodoch observácie sám. Observácie trvajú niekoľko málo odpočtov polohy (epoch) a meranie prebieha v takzvaných reťazcoch. Doporučuje sa po niekoľko takto meraných podrobných bodoch urobiť opakovanú inicializáciu. Spracovanie a výpočet súradníc bodov opäť prebieha pomocou post-processingu. Na východnom bode zostáva referenčný prístroj a druhý prístroj sa premiestňuje na podrobné body. Anténu možno pochopiteľne prenášať i prevážať automobilom, avšak nesmie dôjsť k prerušeniu signálu čím sa ukončí meranie (prijímač zvukovým signálom oznámi prerušenie spojenia). Merač sa musí vrátiť na posledný bod, kde bola splnená podmienka príjmu a vykoná nové meranie. Potom môže pokračovať na ďalšie body.

Metóda kinematická v reálnom čase - RTK (Real Time Kinematic). Využíva rádiového prenosu korekcií fázových meraní od referenčného k pohybujúcemu sa prijímaču. Vypočítané korekcie v reálnom čase sú vysielané z referenčnej stanice na pohyblivý prijímač pomocou modemu. Na väčšie vzdialenosti je možné dáta prenášať mobilnými telefónmi. Výhodou je získanie súradníc v reálnom čase. Ich znalosť v okamžiku merania umožňuje obsluhu GPS kvalifikovane voliť ďalšie body pre tvorbu mapy podľa konfigurácie terénu. Prenos korekcií pomocou mobilných telefónov nie je obvyklé. Uplatnenie metódy je potom závislé na dosahu rádiomodemu a terénnych podmienkach. Pre zaistenie centimetrovej presnosti by nemala byť vzdialenosť medzi referenčným a pohyblivým prijímačom väčšia než 10 km. V súčasnosti je komerčne ponúkaná možnosť prijímať korekcie z tzv. virtuálnych referenčných staníc (VRS), takže odpadá povinnosť použitia vlastnej referenčnej stanice. Tým narastá dosah až na 50 km. Metódy RTK, resp. VRS, možno úspešne využiť pre budovanie podrobného bodového pola a zhust'ovacích bodov, ale i pre zameranie bodu pre katastrálne a iné mapy. Tento spôsob merania možno využiť pre určovanie dráhy pohybujúceho sa telesa, na ktorom je umiestnený mobilný prijímač.



2.8 Metódy spresňovania polohy

Presnosť je jednou z najnáročnejších požiadaviek systému či už pre meranie a stanovenie absolútnej polohy, ale aj napríklad pre navádzanie na určité miesto a podobné úlohy. Existuje niekoľko metód, ako spresniť vypočítanú polohu. Postupne budú vysvetlené v odsekoch [Rapant 2002].

2.8.1 Priemerovanie meraní (Averaging)

Jednou z metód, ktorá sa používa pri meraní je priemerovanie. Je to založené na opakovanom meraní na jednom bode, následne z týchto hodnôt je vypočítaná jedna priemerná, ktorá je považovaná za najpresnejšiu. Táto metóda je znevýhodnená tým, že sa používa pri meraní bodu na mieste. Vyššia presnosť však vyžaduje dlhší čas merania súradníc bodu, čím sa znižuje produktivita merania. Potrebné je teda rozhodnúť, kde je dôležitá presnosť merania s cenovo dostupnými GPS prístrojmi (presnosť zamerania bodu

do 3 metrov za 10 až 25 minút) a kde produktivita merania (presnosť zamerania bodu 3–15 m za niekoľko sekúnd až 2 minúty).

2.8.2 DGPS (Differential GPS)

Medzi spresňovacie metódy tiež patrí metóda DGPS „Differential Global Positioning System“. Táto metóda taktiež vyžaduje prídavne zariadenia. Dosahuje sa s jej pomocou omnoho lepších výsledkov. Dokáže totižto eliminovať väčšinu prírodných i systémových chýb, o ktorých som sa už zmienila. Základný princíp spočíva v použití dvoch prijímačov. Jeden používa užívateľ v teréne a druhý (môže ich byť i viacej) tvorí referenčnú stanicu. Má presne zameranú polohu (ideálne nad bodom podrobného bodového pola), má viditeľnosť na všetky družice (až 12 zo systému) a s týmto prijímačom sa už ďalej nemanipuluje. Neustále prijíma informácie zo všetkých družíc, porovnáva ich so správnou vzdialenosťou družíc a počíta odchýlku vzdialenosti, ktorú potom odosiela na špeciálny prijímač užívateľa (GSM/UMTS), ktorý meria v teréne. Tieto záznamy sa ukladajú a používajú pri následnom spracovaní v kancelárii (post-processing). Referenčná stanica nepočíta priamo polohové korekcie, ale len odchýlky vo vzdialenosti jednotlivých družíc. Vďaka použitiu medzinárodného štandardu RTCM SC-104 (Radio Technical Commission for Maritime – Special Committee) môže užívateľ využívať jedno zariadenie pre príjem korekcií zo všetkých referenčných staníc, ktoré má v dosahu.

Rozlišujeme dva druhy spresnenia merania pomocou DGPS:

- *reálny DGPS* umožňuje korigovať údaje priamo v čase merania (real-time). Pri reálnom DGPS sa môžeme pomocou mobilného telefónu spojiť s poskytovateľom referenčných meraní a priamo počas merania získavať súradnice už korigované meraniami referenčných GPS staníc. Pre tento účel je možné využiť spoplatnený systém CZEPOS alebo je výhodnejšie použiť družice zo systému WAAS/EGNOS.

- *post-processing* – meranie polohy a údaje potrebné pre neskoršie spresnenie sú ukladané do GPS počítača (PDA) a v kancelárii sa spresnia pomocou údajov z príslušných stacionárnych alebo virtuálnych meracích staníc. Údaje pre neskoršie spracovanie sa ukladajú v špeciálnom súbore RINEX. Je to súbor, ktorý vygeneruje príslušná stacionárna stanica, ktorá sa nachádza čo najbližšie k nášmu meraniu. Sieť stacionárnych GPS staníc robí nepretržité merania počas celého dňa. Stanice sú prevádzkované rôznymi

organizáciami. Pre účely spresňovania pomocou post-processingu môžeme využiť sieť referenčných staníc na území Čiech, ktorá sa nazýva CZEPOS. Podobné siete sú aj VESOG, by/S@T, TopNET. O nich sa budeme ešte zmieňovať.

Pseudodružice

Ďalšia metóda využíva tzv. pseudodružice. Jedná sa o pozemný vysielateľ, ktorý sa javí ako normálna družica, vysielajú sa z neho dáta a poloha sa spresňuje. Všeobecne nie sú veľmi rozšírené kvôli svojej cene a podmienke, že na pseudodružicu je nutný priamy výhľad. Koncepcia výstavby je riešená dvoma spôsobmi. Buď ako samostatný vysielateľ na pevnom bode imitujúci družicu GPS, ktorý vysielá nepretržite. Alebo ako spojenie vysielateľa a referenčnej stanice. Vtedy vysielateľ nevysiela kontinuálne, ale prerušovane podľa pseudonáhodnej schémy. Najčastejšie sa používa pri veľkých letiskách a prístavoch, Dosah pseudodružice nesmie presiahnuť 50km.

Služby pre post-processingové aplikácie:

Pre post-processingové aplikácie sieť poskytuje dáta vo formáte RINEX zo všetkých staníc siete a ďalej umožňuje vytvoriť zo sieťového riešenia dáta pre virtuálnu referenčnú stanicu, ktorej polohu môže užívateľ definovať. Užívateľ by mal mať na svojom počítači umožnené skriptovanie appletov v jazyku Java a nainštalované prostredie Java. Dáta sú na internete prístupné pre stiahnutie po dobu troch mesiacov od dátumu ich vzniku. Potom sú zo serverov automaticky zmazané. Staršie dáta sú pre užívateľov dostupné v riadiacom centre.

2.8.3 CZEPOS

Najlepšie pokrytie na území Českej republiky poskytuje sieť referenčných staníc CZEPOS. Spravuje ju Český úrad zememeračský a katastrálny (ČÚZK). Aktuálne sa skladá z 27 staníc vybudovaných na vybraných budovách katastrálnych úradov. Tieto stanice sú doplnené 4 externými stanicami siete VESOG na vedeckých pracoviskách (Ostrava, Plzeň, Brno, GOPE- Pecný). V sieti je pripojených aj 27 zahraničných staníc (obr. č.2).

Potenciálny užívateľ tejto služby si potom môže zvoliť tú, ktorá je najbližšie k jeho aktuálnej pozícii. Meranie pomocou tejto siete prináša výhody ako je vyššia hospodárnosť (odpadajú náklady na zriaďovanie lokálnych referenčných staníc, znižuje sa počet potrebných pracovných síl, zvýši sa produktivita, rozšíri sa rozsah pracovného územia,...) a zvýšená presnosť na 1-3 cm v absolútnej polohe.

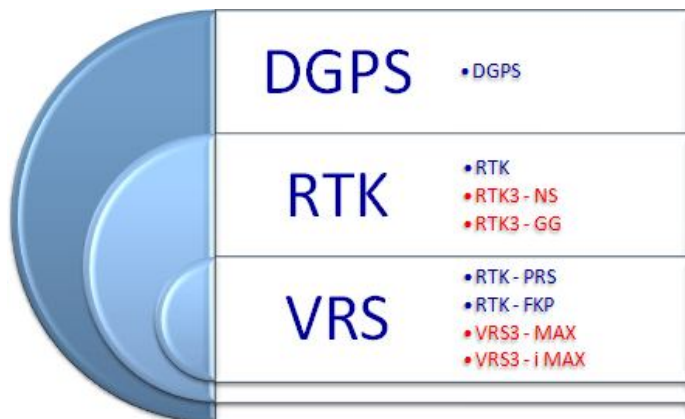


Obrázok č. 2 – Stanice CZEPOS

Dáta pre post-processing sú prenášané v 10 minútových intervaloch a každú celú hodinu je z prenesených dát vytvorený pre každú stanicu balík hodinových dát vo formáte Rinex. Dáta si môžu stiahnuť registrovaní užívatelia za poplatok z webových stránok <http://czepos.cuzk.cz>. Týmto spôsobom možno spresniť dáta z jednofrekvenčného prijímača a dosiahnuť veľmi presných výsledkov. S dvojfrekvenčnou aparátúrou to môže byť aj v radoch milimetrov.

Služby pre aplikácie v reálnom čase sú poskytované mobilným internetovým pripojením GPRS cez sieťový protokol NTRIP pre užívateľa pracujúceho ako aj s kódovým meraním, tak i pre užívateľa pracujúceho s fázovým meraním. Poskytujeme celkom 3 kategórie služieb: DGPS, RTK a VRS, v rámci ktorých si môže užívateľ zvoliť medzi 8 službami:

(delenie zobrazene na obr. č.3) DGPS, RTK, RTK3-NS, RTK3-GG, RTK-PRS, RTK-FKP, VRS3-MAX a VRS3-iMAX.



Obrázok č. 3 – Služby pre real-time mapovanie

A, Pre užívateľa využívajúceho RTK pre kódové meranie s požiadavkou na presnosť výsledkov rádovo v decimetroch je určená služba:

- DGPS. Užívateľ prijíma korekcie vo formáte RTCM 2.1 z konkrétnej stanice podľa vlastnej voľby z aktuálnej zdrojovej tabuľky. Každá stanica má vlastný prístupový bod (mount point) označený názvom stanice a číslom 1, napr. pre CFRM v Frýdek – Místek: CFRM 1.

B, Pre užívateľa využívajúceho RTK pre fázové meranie s požiadavkou na presnosť výsledkov rádovo v centimetroch sú určené služby:

- RTK. K službe kategórie RTK (real time kinematics / kinematika v reálnom čase) je potrebné mať dvojfrekvenčnú aparatúru GPS schopnú prijímať a spracovávať RTK korekcie. Užívateľ pracujúci v primeranej vzdialenosti od konkrétnej stanice obdrží korekcie RTCM 2 zo zvolenej konkrétnej stanice. Každá stanica má opäť vlastný prístupový bod označený názvom stanice a číslom 0, napr.: CFRM0. Tato aplikácia nevyžaduje korektný stav sieťového riešenia a užívateľovi nahradzuje jeho vlastnú základnú stanicu umiestnenú na bode o známych súradniciach v ETRS-89. Pokiaľ Váš GNSS prijímač podporuje nový formát RTCM 3 (efektívnejšia komprimácia), doporučujeme Vám nové služby využívať – jedná sa o služby: RTK3-NS (korekcie z

najbližšej stanice), RTK3-GG (korekcie zo staníc podporujúcich systémy GPS i GLONASS), VRS3-MAX resp. VRS3-iMAX (korekcie z virtuálnej stanice).

- VRS: RTK-PRS. Na rozdiel od služieb predchádzajúcej kategórie RTK, využívajú služby kategórie VRS (virtuálna referenčná stanica) k výpočtu korekcií dáta z viacerých staníc CZEPOS – tzv. sieťové riešenie. Jedná sa o službu tzv. pseudoreferenčná stanica, s prístupovým bodom PRS0C, ktorá vychádza zo sieťového riešenia. Užívateľ odošle do systému NMEA správu o svojej pozícii a späť prijme korekcie RTCM vo formáte 2.3 odpovedajúce referenčnej stanici umiestnenej cca 5 km od užívateľa smerom k najbližšej referenčnej stanici.
- VRS: PRS-FKP. Tato služba s prístupovým bodom FKP0C, je z pohľadu užívateľa obdobou RTK-PRS. Hodnota korekcie (opravy) opäť vychádza zo sieťového riešenia, je však stanovená metódou FKP (Flächenkorrekturparameter). Užívateľ odošle do systému NMEA správu o svojej pozícii a späť prijme korekcie vo formáte RTCM 2.3 z najbližšej referenčnej stanice opravenou o plošné parametre určené metódou FKP [7].

2.8.4 VESOG

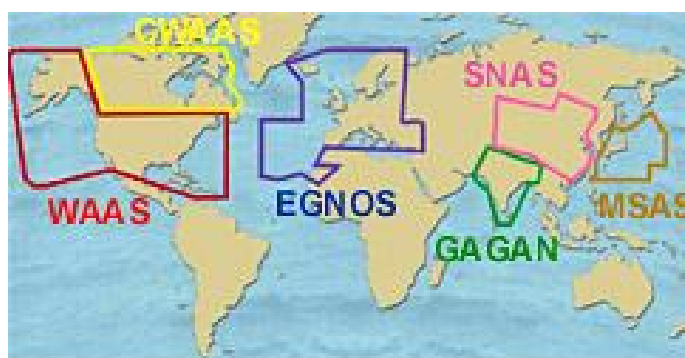
Druhým zoskupením staníc, ktoré sa nachádza na území ČR, je VESOG „Výskumná a Experimentálna Sieť pre Observáciu s GNPS“. Zatiaľ žiadne u nás súkromné prevádzkované siete permanentných staníc GPS nevytvárajú sieťové riešenia a sú teda iba zoskupením jednotlivých regionálnych staníc. Patria tu stanice GOPE (centrum) – Pecný, Ondřejov, PLZE – Plzeň, TUBO – Brno, a VSBO – Ostrava, LYSH - stanica na Lysej hore, KUNZ - na Kunžaku (Česká Kanada), Polom - POL1, ZDIB – Zdiby . Stanice sú pod správou VÚGTK. Záznam dát je vykonávaný v intervale 30 sekúnd alebo kratšom, súbory s dátami sú dodávané do operačného centra každú celú hodinu v špecifickom formáte VESOG. Korekčné dáta sú poskytované cez internet pomocou protokolu NTRIP [8].

2.8.5 Diferenčné dáta cez geostacionárne satelity - SBAS

K prenášaníu diferenčných korekcií sa používajú signály aj z iných satelitov, než sú tie mobilné zo systémov GNPS. SBAS (Satellite-Based Augmentation Systems) slúžia ako dodatočné geostacionárne satelity pre „vylepšenie“ hlavných systémov. Hlavným rozdielom oproti napríklad CZEPOS-u je v transporte korekčných dát prijímaču. Namiesto rádiového kontaktu alebo internetového spojenia, sa dáta prenášajú cez satelity rovno do prijímača.

V súčasnosti nie sú priamo súčasťou GPS systému, ale v budúcnosti sa počíta so satelitmi, ktoré budú šíriť GPS signál zároveň s DGPS korekciami súčasne so signálmi L2C a L5 [35]. Hlavnou a veľmi dôležitou časťou systému sú pozemné prostriedky pre simuláciu družicového GPS signálu a to tzv. pseudolity. Ďalej sú k systému pripojené siete pozemných referenčných staníc, ktoré generujú spresňujúce korekcie. Tie sú potom priemerované a vážené pre okolité územie a cez spojovacie satelity šírené užívateľom [Rapant 2002].

Do tejto skupiny patria systémy ako WAAS (LAAS), CWAAS, EGNOS, SNAS, GAGAN, MSAS a všetky sa označujú spoločným názvom SBAS. Všetky by mali byť v budúcnosti plne kompatibilné cez protokol DO-229C. A podobne ako GPS aj tieto služby budú bezplatné. Výhoda oproti rádiovému DGPS je, že SBAS pokrýva rozsiahlejšie územia. Rozsah pokrytia je zobrazený na obrázku č.4. Ako môžeme vidieť, jednotlivé systémy sa neprekrývajú a tým sa nerušia a nekonkurujú si.



Oblasti SBAS

Obrázok č. 4 – Oblasť pôsobenia SBAS satelitov

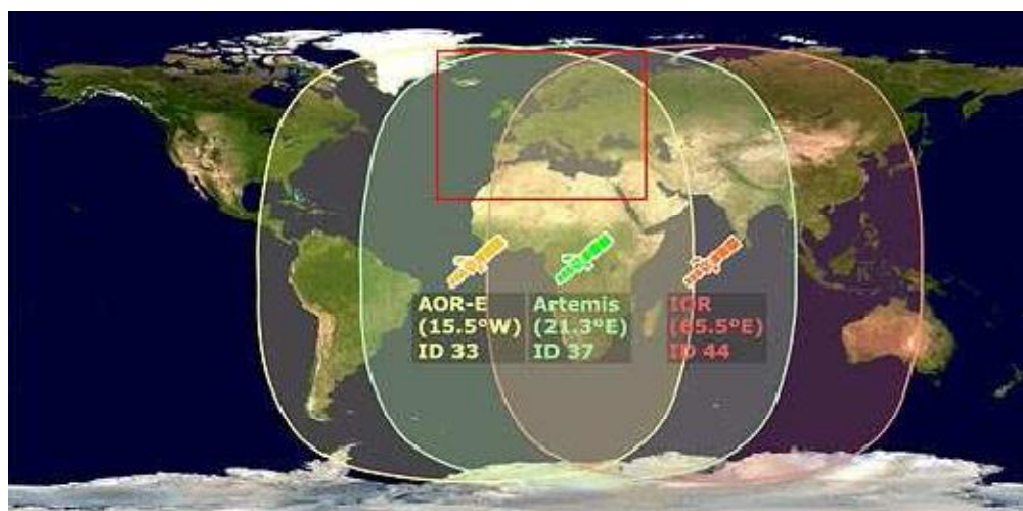
Tento systém vznikol ako potreba eliminácie nedostatkov DGPS a tiež ako snaha vylepšiť systémovú integritu, tým že sa rozšíri kontrolný segment systému GPS, ktorý má slabinu v rýchlej reakcii na poruchu niektorého zo satelitov. Ako prvý vznikol WAAS (Wide Area Augmentation System) a berie sa ako štandard a európsky systém EGNOS (z angl. European Geostationary Navigation Overlay Service) je s ním plne ekvivalentný. Teda pre Českú republiku je dostupný signál iba z EGNOS-u.

Spustenie EGNOS-u sa datuje na rok 2005. Po celkovom dobudovaní má mať 30 pozemných staníc RIMS. Každá stanica monitoruje signály zo všetkých viditeľných družíc GPS a dokonca i z ruských GLONASS, vysiela pomocou troch vlastných družíc. Dá sa očakávať, že EGNOS v budúcnosti splynie s GALILEOM.

	Druh merania		
	GPS samostatne	ESTB EGNOS	Lokálna referenčná stanica
Presnosť	3 - 4 m	1 - 1,5 m	1 m

Tabuľka č. 2 – Presnosť meraní pri použití daných systémov

Službu podporujú už všetky súčasné GPS systémy, teda aj GPS, ktoré sú súčasťou vreckových počítačov. Navigátori podporujúce systém WAAS/EGNOS, označene ako „WAAS/EGNOS enabled“, dokážu tieto signály spracovať a zvýšiť tak polohovú presnosť na 1 až 3 metre. Podmienkou však je, aby bol signál z týchto družíc prijímaný v čase merania. Podmienkou fungovania EGNOS je teda čistý výhľad na stacionárne satelity – juh s elevačným uhlom približne 33°. Ďalšou podmienkou je viditeľnosť minimálne 5 GPS satelitov a PDOP musí byť menšia ako 4. Pokiaľ je viditeľných menej GPS satelitov, tak signál EGNOS nič nepokazí, ale prijímač nemá dostatok informácií pre submetrové spresnenie. Na obr. č.5 sú znázornené jednotlivé družice systému, ich vysielací rádius a oblasť pokrytá ich korekciami (červený obdĺžnik) [9].



Obrázok č. 5 – Oblasť pôsobenia EGNOS

V uvedenej tabuľke (tab. č.3) sú uvedené a porovnané niektoré metódy merania podľa toho, akej presnosti dosahujú. Tieto hodnoty sú orientačné, pretože záleží na podmienkach merania a type použitého meracieho prístroja. [Steiner 2003]

Metóda	Presnosť v polohe	Presnosť vo výške
Bežné meranie (bez SA, kód)	7 – 10m	15 – 20m
Priemerovanie bežných meraní	5 – 7m	10 – 15m
GPS s barovýškmerom (bez SA, kód)	7 – 10m	cca 2,5m (barometer)
GPS + SBAS	3 – 7m	5 – 15m
Real – Time DGPS (kód)	1 – 3m	pod 10m
Real – Time DGPS (báza)	0,01m	0,05m
Postprocessing (kód)	pod 1m	pod 1m
Postprocessing (fáza)	0,001 – 0,1m	pod 0,2m

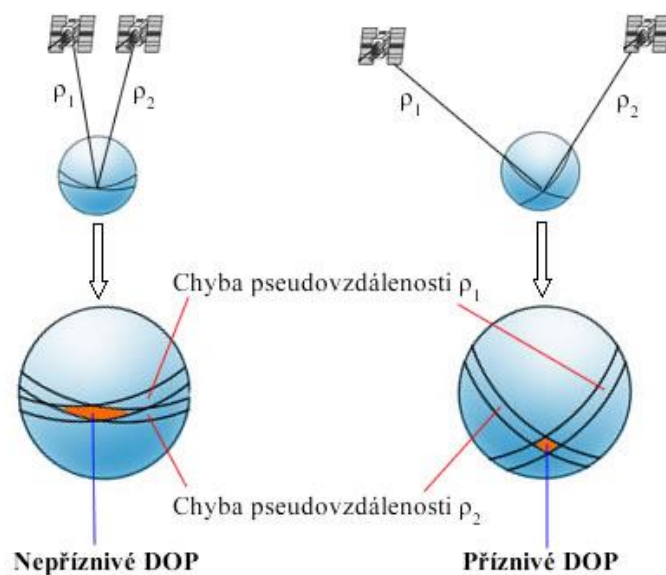
Tabuľka č. 3 – Presnosti meraní

2.9 Faktory, ktoré najviac ovplyvňujú presnosť zisťovania polohy

Výkonnosť systému sa meria pomocou rôznych faktorov. Medzi tie najhlavnejšie patrí presnosť. Je to vlastne odchýlka od správnej hodnoty a nameranej hodnoty. Presnosť merania môžeme dosiahnuť rádovo od stoviek metrov až po centimetre. Niektoré faktory môže ovplyvniť užívateľ, niektoré nie. Dobrú presnosť dosiahneme aj tým, že si už na začiatku dôkladne pripravíme meranie [Rapant 2002].

- Počet viditeľných satelitov

Jedným z faktorov, ktorý môže užívateľ ovplyvniť, je doba platnosti efemerid (predpovedanej polohy družíc). Aktuálny stav si užívateľ môže stiahnuť a prezrieť v rámci tzv. almanachu, ktorý je možné priebežne aktualizovať. Almanach je počet viditeľných družíc a ich usporiadanie sa mení s časom. Čiže, ak si užívateľ určí dobu merania, tak jeho šanca na presnejšie výsledky bude väčšia. Preto je dôležité, kedy meriame. Minimálny počet družíc je 3 a pre určenie 3D polohy sú potrebné 4 družice, kde sa z jednej zisťujú chyby hodín. Ale samozrejme, čím vyšší počet družíc, tým presnejšie určenie polohy. Súčasné GPS prístroje aj vo vreckových prístrojoch sú však dostatočne citlivé, takže vo väčšine prípadov nie je problém zachytiť štyri a viac satelitov.



Obrázok č. 6 – Rozloženie satelitov a ich DOP

- geometrická konfigurácia družíc

Presnosť tiež ovplyvňuje geometrické usporiadanie družíc, z ktorých sa určuje poloha. Ideálne rozmiestnenie družíc je, keď jedna je v nadhlavíku a ostatné sú 10° až 15° nad obzorom a 120° od seba. Inak povedané, najväčšiu presnosť merania je možné dosiahnuť, ak sú družice od seba dostatočne vzdialené. Pre vyjadrenie tohto typu presnosti sa používa parameter nazývaný Dilution of Precision (skratka DOP). Parametrov DOP existuje niekoľko a každý udáva špecifickú presnosť.

- polohová PDOP (horizontálna a vertikálna)
- horizontálna HDOP (horizontálna)
- vertikálna VDOP (výšková)
- geometrickú GDOP (relatívna chyba polohy)
- časová TDOP (posun hodín)

Pri zisťovaní polohy pomocou prenosných GPS systémov je dôležitá presnosť zisťovania konkrétnych horizontálnych súradníc (HDOP) a presnosť zisťovania nadmorskej výšky (VDOP). Pri meraniach pomocou GPS sa zvyčajne nadmorská výška zisťuje 1,5 až 2 krát nepresnejšie ako horizontálna poloha. Presnosť, ktorá zahŕňa súčasne meranie horizontálne

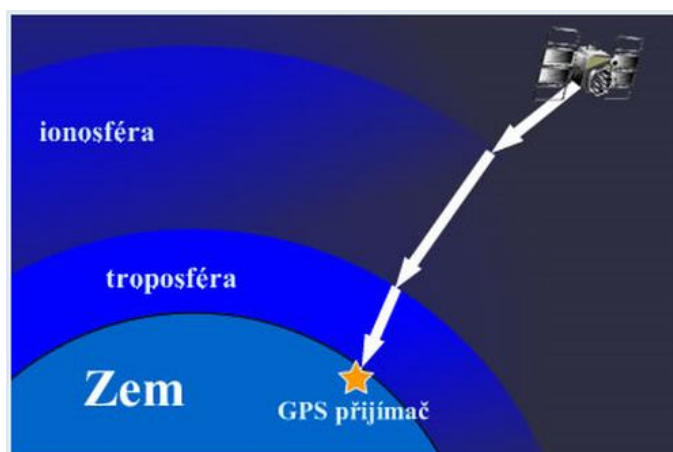
aj vertikálne sa označuje ako „PDOP“, je v praxi najpoužívanější parameter. Každá DOP hodnota sa vyjadruje číslom 1 až 50, pričom 50 reprezentuje veľmi malú presnosť a 1 veľmi dobrú presnosť. Rozdelenie presností podľa DOP:

- 1–2 ideálna – najvyššia presnosť;
- 2–3 výborná – celkom dobrá presnosť;
- 4–6 dobrá – dobrá presnosť použiteľná ako minimum pre presnejšie meranie;
- 7–8 stredná, použiteľná – Doporučuje sa nájsť lepší výhľad a fixovať lepšiu presnosť;
- 9–20 dostatočná – presnosť použiteľná len pre veľmi hrubý odhad pozície;
- 21–50 slabá – veľmi slabá presnosť nepoužiteľná pre polohové meranie.

Ak je hodnota PDOP 4 a menšia, tak je usporiadanie družíc vhodné pre účely lesníckeho merania. Pri meraní by nemala hodnota presiahnuť 5,5. Hodnoty nad 7 sú už nevyhovujúce. Hodnoty PDOP a predpovedanie postavenia satelitov si môžeme zistiť napríklad z programu Trimble Planning. Viac o tomto programe sa môžete dozvedieť z kapitoly 6.6.

Ďalším frekventovaným údajom je EPE „Estimated Position Error. Používa sa v turistických prístrojoch. Jedná sa o odhad okamžitej hodnoty strednej polohovej chyby a nemožno ju teda zamieňať s PDOP, i keď s ňou do určitej miery súvisí.

- oneskorenia v ionosfére a troposfére



Obrázok č. 7 – Znáznornenie vplyvu ionosféry a troposféry

Faktor, ktorý môže užívateľ ovplyvniť len z časti, je pomer signál/šum. Šum vzniká a rastie, ak príjmu signálu z družíc bráni vrstva nabitých častíc ionosféry a tak dochádza k spomaleniu rýchlosti šírenia signálu. Vplyv ionosféry sa znižuje zavedením ionosférických korekcií, ktoré sú vysielane v navigačnej správe. Oneskorenie signálu je zapríčinené taktiež prechodom cez troposféru. Je to vrstva atmosféry, ktorá dosahuje výšky asi 11 km nad zemským povrchom, kde je elektricky neutrálne prostredie. Oneskorenie ovplyvňuje hustota atmosféry, ktorá je závislá na teplote, tlaku a vlhkosti vzduchu. Kompenzuje sa pomocou modelu troposféry.

- viaccestný signál (multipath)

Ďalšou prekážkou môžu byť koruny stromov, husto zalesnená oblasť, alebo vysoko zastavané okolie. Ak sa nachádza v prostredí, kde je vysoká odrazivosť signálu od povrchu OBR, dochádza k viaccestnému šíreniu. To zapríčiní to, že anténa neprijíma len signály z družíc, ale aj tieto nepriame odrazené signály. Dochádza k nesprávnemu výpočtu vzdialenosti medzi družicou a prijímačom, a to k zníženiu presnosti aj o niekoľko metrov. Šum a viaccestné šírenie môžeme odstrániť tým, že si nastavíme elevačnú masku na vyhovujúcu hodnotu v prístroji a tým vyradíme z výpočtu družice, ktoré sú nižšie nad obzorom, ako uhol, ktorý zvolíme (napr. 15°). Satelitný signál neprechádza kovovou plochou, budovami, kmeňom stromov apod. Ak teda zisťujeme napríklad polohu stromu, je vhodné stáť s prístrojom jeden až dva metre od stromu. Taktiež je zlá presnosť v členitom teréne, signál je pohlcovaný už vetvami a lístím a dochádza k odrazu signálu. V hustom lesa nastane strata signálu.

- SA a Anti-Spoofing (A-S)

Ďalšie faktory užívateľ nemôže ovplyvniť. Sú regulované riadiacim strediskom GPS. Navigačná správa (NMEA), ktorú družice vysielajú, obsahuje informácie o jej stave. Ak vykazuje družica anomálie, ako napríklad odchýlenie od trajektórie, svojho smeru, alebo vysielá chybné dáta, môže byť označená za nezdravú (unhealthy) a prijímače ju nezahrnú do svojich výpočtov. Do správ od družíc sú zavádzané chyby aj zámerne. Je to selektívna dostupnosť (SA). Selektívna dostupnosť je zámerne zavedenie dopredu definovaných premenlivých chýb do efemerid vysielaných družicami alebo zavádzanie fluktuácií frekvencie hodín na družiciach. Toto opatrenie zníži horizontálnu presnosť aj o niekoľko 100 metrov. Vplyv možno pri znalosti špeciálneho dešifrovacieho kódu potlačiť. Tento

kód ma k dispozícii americká armáda. SA bola definitívne deaktivovaná v 1.5.2000. Druhá metóda Anti-Spoofing (A-S) šifruje časť tzv. P-kódu, ktorý je potom označovaný ako Y-kód. Týmto dochádza k ochrane proti manipulácii so signálom GPS a jeho napodobňovaní. K aktivácii A-S došlo v roku 1994, od tej doby dochádza iba ku krátkodobým vypnutiam.

Druh chýb	Priemerná chyba
SA (pokiaľ je aktivovaná)	10m
Multipath	0,5m
Chyba efemerid	1m
Chyba prijímača	1m
Ionosférická refrakcia	4 – 10m
Troposférická refrakcia	1m
Celková chyba	7 – 10m (bez SA)

Tabuľka č. 4 – Priemerné hodnoty chýb spôsobené vybranými faktormi [Steiner 2003]

-Typy prístrojov

Faktor, ktorým taktiež môže užívateľ ovplyvniť meranie, je typ prístroja, ktorý použije. V dnešnej dobe je možné rozdeliť GPS prijímače podľa mnoho kritérií. Prijímač GPS v sebe zahrnuje citlivý rádiový prijímač, presné hodiny a výkonný počítač. Jednotlivé typy prijímačov sa od seba odlišujú vzhľadom, rozmermi, hmotnosťou, životnosťou batérie. Dokážu sledovať 8 až 12 družíc. Líšia sa tiež dobou načítania pozície po prvom zapnutí (2-10 minút), aj dobou po znovu zapnutí (teplý štart), kedy to môže trvať 15 sekúnd až 2 minúty. Potom dochádza k obnovovaniu výpočtu polohy každú sekundu. Vždy si treba premyslieť, ktorá z vlastností je pre užívateľa podstatná. Podrobnejšie o rozdelení a typoch prístrojov sa dočítate v [Rapant 2002].

2.10 Vplyv lesného porastu na presnosť zistenia polohy pomocou GPS

Ako ste sa mohli dočítať z predchádzajúcej kapitoly, výsledná presnosť merania je ovplyvnená viacerými faktormi. Zo štúdia literatúry vyplýva, že problematike presnosti zisťovania polohy pomocou GPS v lesných porastoch sa venuje pozornosť už dlhšiu dobu.

Zásadný poznatok je však ten, že merania pod clonou porastu je možné vykonať takmer vždy. Časti porastu ako sú listy, ihličie a najmä kmene a vetvy môžu blokovať a odrážať časť rádiových signálov a degradovať tak schopnosť prijímača fixovať polohu.

Lesy treba obhospodarovať a využívať tak, aby bola zachovaná ich biodiverzita, produktivnosť, regeneračný potenciál, vitalita. Výmera lesnej pôdy od roku 1790 rastie. Za 200 rokov sa zväčšila o 659 tis. ha na 2633,8 tis ha a lesnatosť vzrástla z 25% na 33,4%. Na jedného obyvateľa dnes pripadá 0,25 ha lesa. Ak ide o hospodársky tvar, tak prevláda les vysoký (99,9%) a tzv. druhotný, tzn. že je rozdielna od pôvodnej druhovej skladby. V posledných rokoch sa druhová skladba začala vyvíjať priaznivo, zvyšovalo sa zastúpenie listnatých drevín (ich podiel dosiahol v roku 1950 22,5%) hlavne buku a dubu. To je samozrejme sprevádzané poklesom podielu ihličnatých lesov. Jediným ihličnanom, ktorého počet rastie je smrekovec (t.j. modřín – 3,8% v roku 2002). Podrobnejšie informácie o lesnatosti nájdete na <http://www.uhul.cz/zelenazprava/>

O správu lesov sa stará štátna organizácia Ústav pre hospodársku úpravu lesov, známou tiež pod skratkou ÚHÚL.

3 ÚHÚL

Táto organizačná zložka štátu bola zriadená Ministerstvom hospodárstva ČR v roku 1935. Medzi jej hlavné aktivity patrí:

- vykonávanie národnej inventarizácie lesov v Českej republike (NIL)
- vyhotovovanie a správa dát Oblastných plánov rozvoja lesov (OPRL) vrátane zaisťovania jednotného typologického systému lesov, sprístupnené na mapových serveroch ÚHÚL-u i ako služba WMS.
- zabezpečovanie funkcie informačného a dátového centra (IDC) odvetvia lesného hospodárstva a poľovníctva
- podpora činnosti štátnej správy
- zabezpečovanie poradenstva a služieb pri vykonávaní certifikácie lesov ČR
- vykonávanie dozoru, kontroly a vedenie informačného systému evidencie v oblasti manipulácie s reprodukčným materiálom (RM)
- poradenská činnosť v lesnom hospodárstve a osvetová činnosť www.uhul.cz

Hlavný cieľ ústavu by mal byť plnenie základnej úlohy a poslania ako riadne obhospodarovanie lesného majetku vo vlastníctve štátu, jeho zachovávanie, jeho zušľachtňovanie a rozvoj pre podporu trvale udržateľného hospodárenia v ňom. Výsledkom činnosti hospodárskej úpravy lesov sú lesné hospodárske plány (ďalej len „LHP“) a ďalšie diela, ktoré sú podkladom pre odborné, sústavné a cieľavedomé obhospodarovanie lesov.

Ústav pre hospodárskou úpravu lesov sa od roku 1974 podieľal na niekoľko inventarizáciách lesov, ktoré boli zamerané na možnosti racionálneho, hospodárneho a trvale udržateľného využitia lesov rozvojových zemí v rámci projektov Organizácie spojených národov pre poľnohospodárstvo a výživu (FAO). Jednalo sa o veľkoplošné inventarizácie lesov hlavne v Kongu, Kamerunu, ale i ďalších zemiach. Tieto inventarizácie boli vykonávané metodikou FAO a boli väčšinou súčasťou komplexnejších projektov.

K čomu je možné použiť GPS v lesníctve?

GPS sa používa práve na tieto úlohy ako sú napríklad monitoring a inventarizácia. Preto je hlavnou úlohou tejto práce navrhnúť metodiku pre optimálny a rýchlejší zber dát, aby bolo efektívnejšie spravované bohatstvo lesa. Zber dát celkovo je pri každej tvorbe

informačného systému veľmi zdĺhavý a nákladný proces preto snaha o vylepšenie metód je namieste. Technológie GPS sú cenovo dostupné, počítač je univerzálny nástroj a ostatné ako hardware je cenovo dostupné alebo zdarma. Technológia GPS znamená výrazný posun v niekoľko oblastiach:

1. zber dát a ich lokalizácia
2. možnosť zdieľať dáta s ďalšími ľuďmi alebo organizáciami
3. uchovávanie informácií pre následnú prácu s nimi - revízia, kontrola, ...
4. tvorba vlastných máp – napríklad pre prácu v teréne

GPS veľmi uľahčuje úlohu trafiť sa po rokoch na rovnakú lokalitu, kde sa mapovalo, zvlášť aj miesta malých rozmerov. Avšak v lesoch to nemusí platiť. GPS nás spoľahlivo privedie na lokalitu ale potom už nie je použiteľná k identifikácii jednotlivých stromov pri inventarizácii. Stromy je nutné potom napríklad označovať a číslovať. Pretože presnosť GPS je premenlivá v rôznom prostredí a v dennej dobe. Záleží na faktoroch ako poloha družíc, stav ionosféry a iných, ktoré sme spomínali už v kapitole 2.9. Zlá je presnosť v silne členitom teréne, kde signál je pohlcovaný už vetvami a listím, a tiež dochádza k odrazu signálu od budov a skál. V hustom lese nastane strata signálu.

4 Rešerše na tému Mapovanie pomocou MGIT

V tejto kapitole si ukážeme druhy mapovania z iných organizácii a firiem, ako oni zbierajú dáta.

V publikácii z prírodovedeckej fakulty v Olomouci píš o využiteľnosti systému GPS ako zdroj dát pre GIS. Hodnotia podmienky, za ktorých prebieha meranie v zalesnenom prostredí NP České Švajčiarsko. Morfológia územia z hľadiska dostupnosti signálu GPS je veľmi zložitá a miesta s optimálnym výhľadom na alebo nie je veľa. Z toho dôvodu prebehol výskum, ktorým mali aspoň čiastočne definovať Problémy týkajúce sa zberu dát týmto spôsobom. Vytýpovali 50 kontrolných bodov tak, aby zahrnuli všetky typy povrchov NP. Samotné meranie rozdelili do dvoch časových etáp. V prvej etape prebiehalo neplánované meranie a observácie pribiehali náhodne a ak to bolo možné, tak každý bod zamerali 70krát. Dôležitým faktorom bola tiež hodnota PDOP pod 7, no v tých podmienkach to bolo ťažko dosiahnuteľné a na dobrý signál čakali niekedy viac než 30 minút. Meranie u nich potvrdilo očakávanie – výsledky z prvej etapy ale boli dostačujúce a zameranie všetkých bodov trvalo 5 dní. Ako správne riešenie sa ukázalo jedine plánovanie, ktoré sa vykonalo v druhej etape riešenia pred meraním. Najskôr zamerali v terénu sklonomerom a kompasom horizont terénu a k tomu všetky prekážky, ktoré by bránili signálu. Pre každý bod tak pomocou aktuálneho almanachu vykreslili graf PDOP, pomocou ktorých sa potom riadili v terénu a v najvhodnejší čas merali polohu. Hoci nachodili tak viac kilometrov, celková doba merania sa skrátila o dva dni. Namerané dáta boli následne korigované zo sietí CZEPOS a SOPAC pre vylúčenie prípadných globálnych chýb. Porovnanie výsledkov prebehlo nad leteckými snímkami s rozlíšením 0,5 m/pixel a štatistickým vyhodnotením s tvorbou chybových elíps. Výsledky jednoznačne potvrdili dôležitosť plánovania pri meraní v ťažkom teréne a pri použití diferenčných korekcií možné výsledky ešte viac spresniť. Pre samotný zber dát použili GPS prijímač Trimble GeoExplorer GeoXH spolu s externou anténou Hurricane, ktorá dokáže eliminovať viaccestné šírenie signálu. Na prijímači ponechali elevačnú masku 15°. Nižšia hodnota by nemala zmysel, pretože väčšina bodov sa nachádzala v údolí. Interval merania nastavili na 1 sec. Pri vzájomnom porovnávaní diferenčných korekcií a pri porovnaní korekcií s nekorigovanými dátami bolo zistené niekoľko dôležitých záverov. Je veľmi dôležité používať diferenčné korekcie. Overili, že korekcie významne dokážu zmenšiť strednú

polohovú chybu. Taktiež veľmi dobre dokážu odstrániť chybu, ktorá vznikne pri výpadku družice, náhlejšej poruche v ionosfére, atď. [Mirijovsky 2008].

Ďalšia bakalárska práca sa zaoberá tematickým mapovaním krajiny pomocou mobilných GIT. V teoretickej časti sa hľadalo vhodné vybavenie či programové tak i softwarové, mapové dáta pre GPS prístroje, možnosti prevodu dát medzi systémami WGS84 a JTSK, a hodnotenie ich presnosti. Hlavný cieľ praktickej časti bolo vytvorenie step by step manuálu konverzie máp a ich optimalizácie pri prevode medzi desktop GIS a mobilným zariadením. V práci je tiež spomenuté, ako sa spresňuje meranie pomocou GPS (priemerovanie, diferenčné GPS (DGPS), SBAS, post-processing). Pre úspešné mapovanie krajiny musia byť splnené podmienky ako vhodné, dostatočne presné a cenovo dostupné GNSS prijímače, kvalitné a dostupné softwarové vybavenie pre prácu v teréne i kancelárií, podklady pre mapovanie dostupné v digitálnej podobe a dobre vypracovaná kvalitná metodika. Rozoberá presnosť a použiteľnosť skupiny GIS prijímačov, ako sú turistické, aplikačné a PDA so vstavaným GPS (dostupné na fakulte), pretože majú dobré predpoklady pre integráciu do digitálneho mapovania krajiny. Podľa hodnotení, najlepší prístroj v teste bol Qstarz BT-Q818 (vysoká presnosť a dlhá výdrž batérie). Dobré dopadli tiež eTrex Legend a GPSMAP 60 od firmy Garmin (schopnosť DGPS korekcií, relatívne nízka cena a slušná výdrž batérií). Programy pre prácu v teréne slúžia väčšinou na vizualizáciu a zber dát. Tieto programy spravidla neponúkajú analytické nástroje, z dôvodu nižšej výkonnosti použitých PC a obmedzenej kapacity pamäte. Kancelárske programy môžu slúžiť najskôr k príprave, a potom k spracovaniu a vyhodnoteniu vlastného mapovania. Každý typ mapovania vzhľadom k definovaným cieľom a mierke mapovania vyžaduje iný typ podkladu. Voľba podkladu je tiež silne závislá na možnostiach konkrétnej programovej aplikácie. Sú spomenuté programy pre spracovanie dát v PC (OziExplorer, GPS Utility, Janitor), programy pre prácu v teréne (ArcPad, PocketGis, FieldCheck, OziExplorer CE, TopPAD), programy na prevod medzi súradnicovými systémami (WGS84toSJTSK, DoKroví, VISUAL MATKART, JanMap). Ďalej je v práci rozpísaný spôsob mapovania pamätných stromov pomocou Garmin eTrex Vista C v období vegetačného pokoja v oblasti zástavby a lesov so zapnutými SBAS/EGNOS korekciami, ktoré prístroj prijímal ak mu to okolie dovolilo. Ale bol použitý žiadny program na plánovanie ideálneho času merania, čo odpovedá najbežnejšiemu užívaniu tejto techniky

pri mapovaní krajiny. Pred meraním sa najskôr zistili informácie o oblasti, kde sa šlo merať, stiahli sa podkladové dáta danej oblasti, vytvoril sa zoznam potrebných informácií, ktoré mali byť zamerané a v priebehu mapovania sa budú zapisovať k jednotlivým objektom, ako na papieri, tak i do GPS, aby sa predišlo komplikáciám. Taktiež bol každý strom vyfotený. Poloha v GPS bola zaznamenávaná ako waypoint. Ako spresňovanie nameranej polohy bolo v prijímači zapnuté priemerovanie pozície dokiaľ hodnota EPE (nezaznamenáva sa v GPS) neklesla pod 4 m, minimálne však 1 minútu so vzorkovacou frekvenciou 1 sekunda. Namerané dáta boli spracované v programe Janitor, ktorý dokáže dáta z GPS načítať priamo do shapefilu a následne vykonať transformáciu súradnicového systému a úpravy atribútovej tabuľky [Pavlicek 2007].

5 Prehľad dostupných GNSS prijímačov, technických prostriedkov

Ako sme sa už dočítali v predchádzajúcich kapitolách, plne funkčným globálnym navigačným satelitným systémom je Navstar – GPS a Glonass. A práve táto skutočnosť sa prejavuje aj na trhu s mobilnými navigačnými prístrojmi. No v horizonte niekoľko málo rokov by sa situácia mohla zlepšiť. Očakávaný príchod nových GNPS ponúka nové systémové riešenia a ponuku prístrojov pre mapovanie. I dnešné GPS prijímače sa v poslednej dobe dočkali obrovského rozvoja a s pomocou vyspelých technológií sa vyrábajú menšie, spoľahlivejšie a ľahšie ovládateľné prístroje.

Napriek relatívne krátkemu obdobiu overovania a používania GPS sú výrazne ovplyvnené technickým vývojom zariadení. Preto je potrebné posudzovať ich opatrne. Vek prijímačov, typ použitého modelu toho istého typu prijímača má dôležitú úlohu, pretože použitý hardware aj algoritmy sú u novších zariadenia výkonnejšie. Vzájomná porovnateľnosť výsledkov je tiež problematická s ohľadom na metodiku vykonávaných meraní, momentálne podmienky meraní (dostupnosť satelitov, kvalita signálu, konfigurácia terénu), režim merania, nastavenie užívateľských parametrov či spôsob spracovania výsledkov. Všetky tieto skutočnosti môžu mať dokonca väčší vplyv ako samotná clona lesného porastu .

Základné delenie

GPS prijímače sa podľa prevedenia a spôsobu použitia delia na niekoľko hlavných skupín:

- Turistické GPS prijímače (tiež outdoorové, alebo ruční)
- Aplikační GPS prijímače (Bluetooth, Compact Flash, USB, aj. GPS moduly)
- Automobilové GPS prijímače
- Námorné GPS prijímače
- Letecké GPS prijímače
- GIS a geodetické GPS prijímače
- Špeciálne GPS prijímače (prijímače presného času, referenčné stanice, atď.)

GIS a geodetické prijímače sú navrhnuté špeciálne k získavaniu dátových podkladov pre geodetické alebo GIS účely. Dovoľujú nám získavať dáta s veľkou polohovou presnosťou a v spojení s vhodným softwarom a ďalšími technickými prostriedkami poskytujú komplexné riešenie pre digitálne mapovanie krajiny. Preto sa v nasledujúcej kapitole budem zaoberať hlavne geodetickými a GIS prístrojmi, pretože majú dobré predpoklady pre integráciu do digitálneho mapovania krajiny [Pavlicek 2007].

5.1 GPS prístroje geodetické a prístroje určené pre GIS merania

Tieto prístroje umožňujú rýchle a v dnešnej dobe aj dostatočne presné pozemné meranie. Delia sa podľa presnosti určovanej polohy. Geodetické prístroje merajú s presnosťou na centimetre a ich cena sa pohybuje v rámci stoviek tisíc korún. Profesionálne GPS prístroje určené pre účely GIS meraní majú presnosť niekoľko desiatok centimetrov až jeden meter a ich cena je niekoľko desiatok tisíc korún. Lacnejšou alternatívou môžu byť GPS prístroje, ktoré sú súčasťou vreckových počítačov v cene niekoľko tisíc korún a z ktorých môžeme dostať za určitých podmienok presnosť submetrovi (1–4 m).

Delenie geodetických a GIS prístrojov

Tento typ prístrojov sa môže deliť podľa rôznych parametrov. Napríklad podľa konštrukcie na kompaktné, ktoré tvoria jeden celok (Trimble GeoExplorer), a viac-prvkové aparatúry, ktoré sa skladajú z viacerých prvkov ako anténa, prijímač, počítač. Podľa spôsobu merania vzdialenosti k družiciam sa delia na prijímače pre kódové merania a prijímače pre fázové merania. Tie isté prijímače môžu byť rozdelené ďalej podľa toho, s koľkými frekvenciami dokážu pracovať. Sú teda jednofrekvenčné a dvojfrekvenčné, ktoré pracujú s frekvenciou L1 aj L2. Prijímače založené na kódových meraniach sú najčastejšie používané k navigácii alebo pri zbere dát pri mapovaní. Podľa počtu súčasne sledovaných družíc sa prijímače delia na jednokanálové, viackanálové a hybridné [Rapant 2002].

Jednokanálové sekvenčné prijímače postupne prijímajú signály a spracovávajú dáta z každej družice. Jedná sa o staršiu a najlacnejšiu kategóriu prijímačov. Po zapnutí prijímača dostaneme prvú polohu zhruba do troch minút. Viackanálový prijímač má 5 až 12 samostatných kanálov, ktoré umožňujú súčasne príjem signálov a spracovávanie dát z viacerých družíc. Prvú polohu dostaneme asi do 30 sekúnd. Dnes sa bežne vyrábajú dvanásťkanálové prijímače a je možné teda prijímať signál z 12 družíc naraz, tým sa

eliminujú prípadné výpadky a prijímač je stabilnejší a presnejší i v zakrytých priestoroch ako sú mestá a lesy. V ideálnom prípade je na obzore by malo byť vidno 12 družíc, no v praxi máme vždy menej družíc, zvyčajne okolo 6 – 8. Minimum pre určenie polohy sú 3.

Aké prístroje potrebujeme?

Pri výbere prístroja musíme zodpovedať určité otázky ako sú napríklad aký výkonný prijímač potrebujeme, či preferujeme integrovanú anténu v prijímači, akú kapacitu pamäte potrebujeme, čo pracujeme s RTK alebo post-processingom, ako dlho výdrží batéria, atď.

Srdce systému je závislé na signáloch, ktoré prijíma. Tento výber je ako voľba výkonu motoru vášho automobilu. Viac satelitov zlepšuje spoľahlivosť a rýchlosť získavania presných dát. Systém GPS (G) sa skladá z 24 satelitov. Systém GLONASS (GG) je tvorený aktuálne 23 satelitmi. Hlavne, Glonass nie je zaťažovaný takzvaným Anti Spoofing-om (šifrovaný prístup k L2), ktorý znižuje intenzitu signálu o 10 dB. Vzhľadom k prevádzkovým výhodám konfigurácie GGD, je to najefektívnejšia voľba. Poznáme tieto typy označení prístrojov : GPS L1 (G), GPS+GLONASS L1 (GG), GPS L1+L2 (GD), alebo GPS+GLONASS L1+L2 (GGD) [10].

I keď sú ponúkané jednofrekvenčné prijímače, sú ponúkané s funkciou Cinderella, ktorá prepne jednofrekvenčný GPS prijímač každý druhý utorok od polnoci po dobu 24 hodín na dvojfrekvenčný GPS+GLONASS prijímač. Môžete porovnať parametre merania na frekvenciách L1+L2 a pri sledovaní viac satelitov. Potom, keď sa presvedčíte, že výhody dvojfrekvenčného prijímača sú v porovnaní s jednofrekvenčným významné, môžete aktivovať požadované vlastnosti natrvalo prostredníctvom autorizačného súboru.

Dvojfrekvenčné GPS/GLONASS systémy majú výhodu v oblastiach s obmedzeným výhľadom na oblohu, ako sú otvorené doly, zastavaná a riečne údolie (v takých oblastiach vyžaduje špeciálnu pozornosť rádiové spojenie medzi prijímačom a referenčnou stanicou). Hlavne sa zrýchli doba fixácie a zvýši sa presnosť polohy. Najlepších RTK výsledkov možno dosiahnuť, ak referenčná a meračská stanica sleduje rovnakých osem a viac satelitov s PDOP 2 a menej. Dobré výsledky nič menej môžeme získať s dvomi prijímačmi sledujúcimi päť spoločných satelitov a s PDOP 4 a lepším.

Pre vysielanie a príjem RTCM korekčných správ potrebných pri RTK meraniach je možné použiť buď rádiomodemy alebo GSM telefóny. Dosah rádiomodemu je závislý na mnoho

faktoroch. Použité frekvenčné pásmo je v rozsahu UHF a maximálny výstupný výkon 5 W. Prenosová rýchlosť medzi prijímačom a modemom je 19200 baud. Ak je požiadavka na prevádzkovanie RTK merania na väčšie vzdialenosti, je vhodné použiť pre prenos RTCM korekcie GSM terminál.

Dôležitou vlastnosťou je odolnosť v extrémnych podmienkach - hlavne proti vode, ktorá je označovaná skratkami IPX2, IPX4, IPX7, kedy nižšie číslo označuje nižšiu odolnosť, IPX2 je proti kvapkajúcej vode, IPX7 označuje odolnosť pri ponorení do vody (30 min. v hĺbke 1m).

Ďalším parametrom je výdrž a počet použitých batérii, ktorá sa pohybuje medzi 12-36 hodinami prevádzky. Nie je nič horšieho, ako u GPS stále meniť batérie. Vlastnosti, ktoré by sa nemali opomenúť sú: prehľadnosť a veľkosť displeja, možnosť užívateľského nastavenia jednotlivých funkcií a zobrazovaných hodnôt na displeji, komplikovanosť ovládania prístroja, príslušenstvo a celkový vzhľad. PDA zariadenia sú vďaka kompaktným rozmerom a nízkej hmotnosti hojne využívané pri mapovaní v teréne. Malé rozmery obrazoviek PDA zariadení však neumožňujú také využitie ako u bežného PC laptopu. Pri digitálnom zbere dát v teréne pomocou PDA preto často prináša problémy vyplývajúce z nízkej prehľadnosti podkladových i zaznamenávaných dát, čo zvyšuje (nie len časovú) náročnosť práce v teréne a znižuje sa presnosť vo výsledku.

Zaujímavý faktor pri výbere GPS je doba, ktorá uplynie od spustenia prijímača do prvého určenia polohy. Rozlišujeme tri druhy parametru TTFF, podľa toho aké údaje má pred zapnutím prijímač k dispozícii. Rozlišujeme tzv. Hot start (načítanie almanachu a efemerid), Warm start (načítanie almanachu bez efemerid) a Cold start (bez almanachu a efemerid, kedy je prístroj vypnutý viac ako 14 dní) [Brix 2005].

5.2 Potreby ÚHÚL-u u prístrojov

Kvalitný mapový prístroj GPS možno v dnešnej dobe zaobstarať približne už od ceny za cca 15.000,- (cena môže byť i nižšia podľa toho kedy a kde sa kupuje). Pojem mapový znamená, že nahráva mapy do prístroja. Tieto mapy je možno za určitý čas zmazať a nahráť si tam iné. Kvalitné prístroje majú i barometrický výškomer, možnosť USB prepojenia s počítačom pre prenos nameraných dát a má schopnosť k nameraným súradniciam ukladať ďalšie informácie (napríklad čas merania, nadmorskú výšku podľa

výškomeru atď.). Pre správu nameraných údajov v počítači a pre prácu s mapou je dodávaný k prístrojom aj software. Ale môžeme si taktiež zaobstarať iný. Pre ďalšiu prácu s dátami potrebujeme taktiež počítač. Notebook s cestovnou batériou je vhodný do terénu za predpokladu, že máme k dispozícii auto.

Vhodné prístroje v kombinácii vreckový počítač (Windows Mobile) a GPS, ktoré možno zakúpiť a sú vhodné pre lesnícke meranie, sú napríklad vo vyššej cenovej skupine (50 000–100 000 korún) ale aj vyššej presnosti (centimetre až jeden meter). Tu možno odporúčať Trimble GeoXH, GeoXT, GeoXM, Thales MobileMapper CX, MobileMapper 6. Ponúkajú aj odolnosť voči poveternostným vplyvom (odolnosť voči dažďu a mrazu). Lacnejšou alternatívou (6 000-10 000 SK) sú vreckové počítače napr. MIO P560/360 a ASUS A696 s presnosťou 1–15 m (podľa použitia vyššie uvedených postupov). Nedostačujúca vlastnosť u prístrojov, aj keď nie najviac, by bola absencia zabudovaného GPS modulu, takže GPS treba dokúpiť a pripojiť cez CF, SD port, alebo BlueTooth. Takýto typ pripojenia je vo väčšine prípadov nestabilný a pre prácu v teréne nevyhovujúci [11].

Taktiež je dôležité, ak sa dá pamäť prístroja rozšíriť pomocou SD pamäťových kariet, na ktoré je možnosť nakopírovať potrebné podkladové mapy pre mapovanie. Ideálne by bolo, keby prístroj podporoval minimálne 8 GB kartu, na ktorej by boli permanentné dáta, aby sa nemuseli stále kopírovať a mazať. Ušetrilo by to čas. Ďalej ak sa chcete pripojovať na internet na lokálnych miestach (hotspotoch), potrebujete taktiež WIFI modul. Prístroj by mal mať minimálne 300 MHz procesor a pamäť aspoň 64 MB aby mal rýchle odozvy.

Najbežnejší displej pre vreckové počítače je uhlopriečka 3,5'' (1 palec = 2,54 cm), niektoré prístroje ponúkajú aj 4'' displeje (HP 4700). Komunikátory majú obvykle displej menší – 2,5'' alebo 3''. Je dobré, keď je displej dobre čitateľný aj za slnečného počasia. Taktiež treba brať ohľad na veľkosť a váhu celkového prístroja kvôli terénnym podmienkam pri mapovaní aby prístroje neobmedzovali operátorov v teréne.

Čo sa týka batérií, najvhodnejšie NiMH články a mať samozrejme nabíjačku. Batérie vydržia na jedno nabitie asi 4 až 5 hodín nepretržitej práce v závislosti na zapnutých moduloch (WIFI, Bluetooth, CF GPS). Vhodné je zakúpiť ešte jednu batériu, nosiť ju nabitú a v prípade potreby vymeniť priamo v teréne.

Novým trendom GPS prístrojov v kombinácii s vreckovým počítačom sú polohové prístroje s chipsetom SIRFstar III. Oproti starším typom umožňujú prijímať signál z viac

satelitov. Nezvyšujú presnosť – ta je v podstate rovnaká (4–15 m), ale zvyšujú citlivosť príjmu. Takže v miestach, kde sa so starším prístrojom nedal lokalizovať signál, SIRFstar III GPS prístroj by mohol signál zachytiť.

Taktiež je dôležitá vlastnosť podpora príjmu signálu WAAS/EGNOS. Umožňuje znížiť chybu merania polohy pomocou diferenčného merania (DGPS). Presnosť by sa mala teda pohybovať okolo 3m.

Na trhu sú tiež bluetooth bezkontaktné GPS prístroje, ktoré sa môžu používať oddelene od vreckového počítača, pretože nie sú mechanicky spojený. Práve toto je ich nevýhoda, pretože spojenie s pocket PC sa veľmi zle vytvára, hlavne v zložitom teréne a tiež sa zle udržuje. Pripojenie GPS k mobilnému PC môžeme naviazať buď cez kábel, ktorý prekáža, alebo cez PCMCIA slot, CF slot, ktorý sa môže pri neopatrnnej manipulácii poškodiť, alebo cez bluetooth, čo je najideálnejšie riešenie, ale dovtedy, kým vám s ním odíť kolega. Nevýhodou je tiež, že používajú samostatnú batériu, takže okrem PDA počítača je treba nabíjať i GPS bluetooth prístroj. Doba prevádzky externého bluetooth GPS je približne asi 4 až 5 hodín nepretržitej práce na jedno nabitie.

Základné vybavenie vonkajšej terénnej skupiny mariacimi prístrojmi a pomôckami odpovedá náročným prácam v lesnom prostredí. Kombinácia vhodných prístrojov umožňuje kvalitnú terénnu navigáciu a zber informácií v teréne. Pretože „technika nesmie prekážať ale pomáhať“.

5.3 Prístrojové vybavenie ÚHÚL—u

Základné vybavenie terénnej skupiny meracími prístrojmi a pomôckami odpovedá náročným prácam v lesnom prostredí (teréne). Kombinácia prístrojov umožňuje navigáciu a zber informácií v teréne. Potrebné vybavenie meračov je mapový prístroj GPS, notebook s cestovnou batériou, výkonné pripojenie na internet, digitálny fotoaparát. Následne budú rozpísané prístroje, ktoré majú na podniku ÚHÚL vo Frýdku-Místku.

5.3.1 Trimble GeoExplorer 2005- GeoXH



Obrázok č. 8 - Trimble GeoExplorer 2005- GeoXH

Tento prístroj je 12 kanálový, dvojfrekvenčný, s technológiou pre presnosť po spracovaní H-Star™ (po 2 minútach): 30 cm s internou anténou, 20 cm s voliteľnou anténou Zephyr. Veľmi dôležitá je tiež kompatibilita so systémom WAAS EGNOS, prístroj disponuje možnosťou prijímať diferenciálne korekcie zo systému WAAS i korekcie prostredníctvom RTCM. Presnosť po diferenciálnej korekcii z kódových meraní je pod 1 meter, po diferenciálnej korekcii z fázových meraní je 10 cm po 20 minútach, 1 cm po 45 minútach. Prijímanie signálu z WAAS v reálnom čase ponuka presnosť pod 1 meter. Frekvencia aktualizácie polohy je 1 Hz. Rýchlosť určenia prvej polohy po zapnutí: približne 30 sekúnd.

Jeho rozmery sú $21,5 \times 9,9 \times 7,7$ cm, hmotnosť: 0,78 kg (vrátane batérie). Má dotykový displej TFT s rozlíšením 240×320 bodov, 65536 farieb. S frekvenciou procesoru 416 MHz a 64 MB operačnej pamäte sa vyznačuje rýchlym nábehom aplikácií, nízka spotreba energie. Obsahuje operačný systém Microsoft® Windows Mobile® v.5. Môže komunikovať cez bluetooth, Wireless LAN 802.11b, USB 1.1[12].

5.3.2 Trimble GeoExplorer 2008- GeoXM



Obrázok č. 9 - Trimble GeoExplorer 2008- GeoXM

Odolný GPS prijímač s integrovaným výkonným pocket PC, vhodný pre získavanie a aktualizáciu dát a pre mobilný GIS i v tých najťažších podmienkach. Má ergonomický tvar, je vodotesný, mrazuvzdorný. Operačný systém je Windows Mobile 6 s 520MHz-ovým procesorom a interná flash pamäť je 1GB. Displej je dotykový, s vysokým rozlíšením čitateľný aj na priamom slnku. Možnosť vkladať pamäťové karty SD/SDHC. Možnosť použitia pri DGPS a získanie korekcií v reálnom čase (SBAS (EGNOS), GSM, GPRS,...), taktiež možnosť využitia dodatočného post-processingu pri spresňovaní. Obsahuje software ako Pathfinder Office alebo GPS Analyst[13].

5.3.3 Trimble Juno SC

Vývoj na trhu s prístrojmi tohto druhu ide neustále dopredu. Hlavným trendom nových zariadení je miniaturizácia a multifunkčnosť. Taký trend zástava i spoločnosť Trimble so svojou radou výrobkov Juno. Juno SC je odolným, ľahkým, cenovo dostupným kompaktným počítačom, ktorý integruje bohatú škálu prostriedkov vrátane fotoaparátu, 3.5G modemu a vysoko citlivého GPS prijímača poskytujúceho presnosť 2 – 5 m. Pomocou zvláštneho protokolu je možno údajne dosiahnuť prepojenie merania súradníc s fotodokumentáciou pomocou čašu, ktorý meria GPS i digitálny fotoaparát. Tento prístroj má k dispozícii kombináciu GPS a digitálneho fotoaparátu, ktoré mimo snímku ukladajú informácie pre priestorovú lokalizáciu snímku pomocí GIS. Kompatibilita s vysoko kapacitnými microSD kartami poskytuje dostatočnú pamäť až 8 GB. Podobne ako ostatne prístroje tejto značky, aj Juno prijíma korekcie z SBAS (EGNOS), tiež podporuje post-

processing. Ako súčasť širokej „profesionálnej“ rodiny Trimble GPS riešenia je Juno SC „poloprofesionálne“, plne kompatibilné s paletou Trimble Mapping&GIS softwaru. Jeho súčasťou je OS Windows Mobile 6.1, 533 MHz procesor, 128 MB RAM, bluetooth, wifi 802.11b/g. Váži len 0,24 kg vrátane batérie a štandardná výdrž batérie je 8 hodín. Medzi jeho kľúčové vlastnosti patrí univerzálne využitie, výdrž batérie a kvalitné prevedenie. Medzi jeho mínusy môžeme zaradiť displej s rozlíšením 320x240 bodov, pomerne vysoká cena, a nízka kvalita fotenia.



Obrázok č. 10 – Juno SC

Najprínosnejšia vlastnosť je nástup novej generácie citlivých prijímačov SiRF III, Mediatec, schopný vyhodnocovať i menej kvalitný signál. Vďaka tomu nedochádza k častým výpadkom určenia pozície ani pri zhoršených podmienkach výhľadu na oblohu [14] [15].

5.3.4 Trimble Nomad 800



Obrázok č. 11 - Trimble Nomad 800

Nomad je určený tým najnáročnejším užívateľom, ktorí potrebujú maximálny výkon v extrémnych podmienkach. Prístroj je vybavený veľmi citlivým GPS prijímačom. Obsahuje OS Microsoft Windows Mobile v.6. Dostatočný výkon zaisťuje 806 MHz CPU Marvell XScale, 128 MB RAM a 1 GB flash pamäte (najnižšia verzia má iba 512 MB). V základnej konfigurácii je Bluetooth 2.0 s EDR a GPS (SiRFStar III). VGA displej má uhlopriečku

3.5" a je veľmi dobre čitateľný i na slnečnom svetle. Ak ide o výdrž, tak s výmennou 5200 mAh Li-Ion batériou Nomad vystačí celý deň plného nasadenia[16].

5.3.5 Trimble Pathfinder PreXH

GPS prijímač, anténa a batéria je po celý deň prevádzky v jednej kompaktnej jednotke. Konštrukcia prijímača je veľmi jednoduchá. Komunikácia medzi poľným počítačom alebo inou riadiacou jednotkou je zabezpečená pomocou bluetooth-u. Využíva sofistikovanú H-Star technológiu pre dosiahnutie post-processingovej presnosti 30 cm, s externou anténou dokonca do 20 cm, a to bez ujmy na produktivite a rýchlosti merania. Najviac podporuje technológiu EVEREST, ktorá uľahčuje napríklad merania v lese a zástavbe.

Taktiež je možnosť pripojiť externú anténu Zephyr. Batéria výdrží kontinuálne merať celý deň, je vodovzdorne, prachu vzdorne, a mrazuvzdorné. Jeho rozmery sú $10,6 \times 4,0 \times 14,6$ cm a hmotnosť: 0,53 kg[17].



Obrázok č. 12 - Trimble Pathfinder PreXH

5.3.6 MIO P550 – PDA

Ľahké ovládanie vďaka presnému a citlivému dotykovému TFT LCD displeju s 65 tisícmi farbami a perfektným kontrastom pracujúci v rozlíšení 320 x 240 bodov. Obsahuje Wi-Fi a Bluetooth. Mio P550 je vybavený 128 MB pamäťou Flash ROM a 64 MB pamäte SDRAM. Z celých 128 MB Flash ROM je užívateľovi k dispozícii celkom 95 MB. Vnútri je Li-ion batéria s kapacitou 1300 mAh. Pohotovostná doba je približne 21 hodín a pri plnom zaťažení sa prístroj vybije približne za 4 hodiny. Ak by niekomu nestačila samotná pamäť prístroja, je možno si pomôcť pamäťovou kartou. Mio P550 je vybavený slotom na SD/MMC karty s kapacitou až 2 GB. Ako GPS čip bol zvolený v dnešnej dobe bežný 20 kanálový čip SIRFstar 3. Anténa je integrovaná priamo do prístroja a ak by niekto chcel je tu možnosť pripojenia externej GPS antény. Prijem signálu je na veľmi dobrej úrovni,

hlavne vonku. Rozmery samotného prístroja (115 x 71 x 18 mm) sú príjemné a prístroj dobre sadí v ruke. Jeho hmotnosť je 170 gramov.



Obrázok č. 13 – Mio P550

Medzi jeho výhody patrí slušný procesor, pol gigabajtu integrovanej pamäte, Wi-Fi, Bluetooth, matný displej neodráža okolie. Hlavné nedostatky sú napríklad mierne nižšia citlivosť prijímača, ovládací joystick, absencia ochranného puzdra, štandardne aktivovaná statická navigácia [18].

5.3.7 Laserový diaľkometer FOREST PRO

Meria dĺžky, uhly a vzdialenosti bez ohľadu na to, či sa k nim dostanete pásmom alebo uhlomerom. Pomôže vytýčiť meracie body v situáciách keď stojí v ceste prekážka a nemôžeme sa dostať k meranému objektu. Meranie za pomoci diaľkomeru je v dnešnej dobe jedna z najrozšírenejších metód merania dĺžok. V ústave používajú pre meračské účely laserové diaľkomery. Laserové diaľkomery s pasívnym odrazom, ktoré nevyžadujú odrazný systém, majú dosah 150-1000m[19].



Obrázok č. 14 - Laserový diaľkometer FOREST PRO

5.3.8 Antény

Výhodou spojenia antény s prijímačom v jeden celok je funkčná jednoduchosť a menej káblov (prijímač HiPer). Niekedy je výhodné používať samostatnú anténu, zvlášť pri kinematických aplikáciách, kedy je ľahšia anténa umiestnená na výtyčke. Výkon je väčšinou rovnaký.

Dá sa povedať, že anténa je základom úspechu alebo krachu merania. V súčasnej dobe sa používajú dva druhy konštrukcie antén. Plochá anténa (patch, flat) je založená na princípe technológie mikropáskov. Na podkladové kruhové alebo štvorcové plochy je vytvorených, a vhodným spôsobom pripojených mnoho malých smerových dipólov. Tieto antény sú charakteristické štíhlym tanierovým tvarom. Majú výhodu malých rozmerov a hmotnosti a preto sa najviac používajú pri ručných prenosných prevedeniach prijímačov. Druhým typom sú antény škrobového (Helix), kde na nosnej doske je špirálovo navinutý vodič. Tato anténa má tvar valca. Oproti plochej anténe má výhodu väčšieho zisku, ale má obvykle i väčšiu hmotnosť a je treba ju chrániť voči vibráciám. Vibrácie spolu s jej širokopásmovosťou môžu viesť k nežiaducim skresleniam prijímaného signálu. U plochej antény môže dôjsť za neideálnych podmienok ľahšie ku strate signálu z družice, zvlášť keď je nízko nad obzorom. S touto anténou sa môžeme stretnúť v prenosných prijímačoch a tiež hlavne u výkonnejších prijímačov GPS určených k pevnému zabudovaniu v navigačných prístrojoch [20].

5.4 Porovnanie MGIT prístrojov

	Trimble GeoExplorer 2005- GeoXH	Trimble GeoExplorer 2008- GeoXM	Juno SC	Trimble Nomad 800	Trimble Pathfinder ProXH	MIO P550
váha [kg]	0,78	0,80	0, 24	0,59	0,53	0,17
výdrž batérie	7800	7500mAh	8 hodín	15 hodín	12 hodín	4 hodín
integrovateľný prijímač	áno	áno	áno	áno	áno	áno
konektor na externú anténu	áno	áno	áno	nie	áno	áno
DGPS real time	10 cm	1-3m	2-5m	2-5m	áno <1m	
DGPS post- processing	1-3m	1-3m	2-5m	2-5m	áno 50cm	
H-star technológia	áno 20 – 30cm	1-3m	2-5m	2-5m	áno 30cm	
prijíma SBAS EGNOS	áno 1m	áno 1m	áno 1-3m	áno	áno	áno
počet frekvencií	2	2	1	2	2	1
počet kanálov	12 L1	14 (L1+ 2 SBAS)	12 L1	12 L1	12	20
veľkosť pamäte	64MB RAM 512MB ROM SD	128 RAM 1GB ROM SD	128MB RAM 128MB ROM SD	128MB RAM 512MB ROM SD		128MB ROM 64MB RAM SD

Tabuľka č. 5 –Porovnanie parametrov

6 Programové aplikácie

Otázka ďalšieho vybavenia už je zložitejšia - hlavne softwarového. Existuje mnoho programov v rôznych cenových reláciách od tisícov do státisícov. Samozrejme okrem tých platených, môžeme nájsť aj nekomerčné programy, ktoré nezaručujú až takú presnosť, ale sú zadarmo. Ideálne je najskôr sa software naučiť používať a potom si ho kúpiť. Prakticky to nie je ľahké, pretože zistiť slabiny a silné stránky softwaru je otázkou skôr týždňov a mesiacov. Jednou z podmienok pre úspešnú implementáciu nástrojov digitálneho mapovania do procesu mapovania krajiny je jednak dosahovaná presnosť GPS prijímačov i použiteľnosť softwaru. Aby mohli byť splnené všetky podmienky, musíme zodpovedať tieto otázky [Pavlicek 2007]:

- Aký software je vhodný pre prácu v teréne a aký pre následnú prácu s dátami?
- Existujú pre tento software vhodné dátové zdroje a ako ich získať?
- Ako postupovať pri práci s týmto prístrojom a softwarom?
- Ako dosiahnuť uspokojivú presnosť?

K digitálnemu mapovaniu krajiny je okrem technického vybavenia dôležité tiež vybavenie softwarové. Dalo by sa povedať, že hardware je závislý na softwaru. Softwarové vybavenie sa skladá z programov pre prácu v teréne (pokiaľ k mapovaniu používame riešenie založené na mobilných počítačoch) a z programov pre prácu v kancelárii. Programy pre prácu v teréne väčšinou slúžia pre vizualizáciu a zber dát v teréne. Tieto programy spravidla neponúkajú analytické nástroje, a to jednak z dôvodu nižšej výkonnosti použitých počítačov a jednak z dôvodu obmedzenej kapacity pamäťových médií. [Rapant 2005]

Oproti kancelárskym programom však ponúkajú zjednodušené ovládanie, ktoré je optimalizované pre prácu v teréne. Kancelárske programy môžu slúžiť najskôr k príprave, a potom ku spracovaniu a vyhodnoteniu vlastného mapovania. Príprava mapovania spočíva väčšinou vo výbere najvhodnejšieho času pre mapovanie a v tvorbe vhodných podkladových dát.

Každý typ mapovania vzhľadom k definovaným cieľom a mierke mapovania vyžaduje iný typ podkladov. Voľba podkladu je tiež silne závislá na možnostiach konkrétnej programovej aplikácie, ktorá obstaráva obsluhu GPS prístroja a zaznamenávania dát.

Spracovanie a vyhodnotenie väčšinou spočíva v transferu nameraných dát z mobilného prístroja do osobného počítača, v prevode súradníc zo systému WGS-84 do systému S-JTSK alebo S-42 a v prevode nameraných dát z natívneho formátu GPS prijímače do formátu kompatibilného s používaným softwarom. Na tieto kroky spravidla nadväzujú ešte rôzne priestorové analýzy, alebo tvorba kartografických výstupov.

V rámci diplomovej práce boli použité operačné systémy z desktopového prostredia Windows 7 a z mobilného prostredia to bol Windows Mobile 6.1. Na týchto systémoch boli nainštalované následné spomenuté programy. Verzie sú aktuálne ku dňu spracovania diplomovej práce. Niektoré používané programy sú zdarma (freeware), niektoré sú zdarma iba k odskúšaniu s obmedzenou funkcionalitou (shareware) a niektoré sú platené.

6.1 Požiadavky ÚHÚL—u

Práca s GPS vyžaduje i dávku trpezlivosti - čím dokonalejší nástroj máme k dispozícii tým dlhšie trvá naučiť sa ho ovládať. Je také dobré sledovať vývoj SW a HW v danej oblasti. Software by mal byť čo najjednoduchší na ovládanie a spravovanie. Ideálne by mal zobrazovať rastre i vektory. Mal by podporovať väčšinu bežne používaných formátov a súradnicových systémov. V prípade návrhu metodiky podľa požiadavkou, by sa nemali používať produkty od spoločnosti Esri. Nie je to finančná záležitosť, skôr je to už orientácia na zaužívané programové prostredie doterajších programov, ktoré sa inštalujú na ÚHÚL-e. Avšak tá možnosť použitia Esri produktov sa naskytla, takže v metodike sa vyskytne aj inovatívne riešenie zapojenia Esri produktu, konkrétne ArcPad -u, do metodiky mapovania.

Funkcie, ktoré by mali byť štandardne implementované v programoch sú napríklad možnosť vloženia súradníc polohy zvoleného zemepisného bodu (waypoint) do pamäte. Obvyklý počet sa pohybuje od 99 do 1000 pri vytváraní plánu cesty (route). Pri dosiahnutí a nájdení zadaného bodu v teréne nastane indikácia jeho dosiahnutia (zvuk, správa na displeji). Možnosť sa vrátiť späť po tej istej trase. Výpočet a zobrazenie trasy k najbližšiemu cieľu z miesta aktuálnej polohy a čas jeho dosiahnutia. Informácie o

parametroch prijímaných družíc, kvalite prijímaného signálu a veľkosti rôznych chýb v systéme v okamžiku stanovenia aktualizovanej polohy, dátum a možnosť voľby lokálneho alebo svetového času, voľba súradnicového systému (WGS-84, S42, UTM, užívateľský,...).

Medzi ďalšími parametrami, ktoré je významné sledovať je možnosť manipulovať s nastavením statickej navigácie (anglicky Static Navigation). Je to funkcia, ktorá keď je zapnutá tak sa snaží aby sa poloha prijímača na monitore prístroja nemenila skokovo pokiaľ nie sme v pohybe nad 4 km/h. GPS to vtedy nepovažuje za pohyb a zafixuje svoju polohu na jedno miesto. Pri vypočítavaní polohy dochádza k nepresnostiam a malým rozdielom a statická navigácia sa snaží zamaskovať chyby príjmu satelitného signálu. I keď stojíme, poloha sa normálne mení a navigácia by mala ukazovať pohyb. Preto sa ju snažíme vypínať. Na rozdiel od autonavigácie alebo pri cyklistike je táto funkcia vítaná. Napríklad keď automobil vojde do tunelu, statická navigácia svoju stopu nestratí a pokračuje v zobrazovaní polohy.

6.2 Programy pre desktopové riešenia, Programy pre spracovanie GPS dát v PC

Kancelárske programy slúžia k príprave dát, a nasledovne k spracovaniu a vyhodnocovaniu mapovania. V prípade nákupu desktopového aplikačného softwaru doporučujem nešetriť na kvalitnom hardwarovom vybavení. Výber na trhu je naozaj veľký a možno si zostavovať rôzne zostavy. Značkové zariadenia sú síce o trochu drahšie, ale na druhu stranu je vždy zaručená kompatibilita jednotlivých komponentov. Za predpokladu, že sa rozhodnete pre zostavy, ktoré sa v súčasnej dobe štandardne ponúkajú u všetkých predajcov, je dôležité pri rozhodovaní sledovať výkon procesoru, veľkosť medzioperačnej pamäte a miesto na disku. Určite stojí za to priplatiť si i za kvalitnú grafickú kartu.

Medzi desktopové programy, ktoré sú vhodné na spracovanie a vizualizáciu nameraných dát môžeme zaradiť Quantum GIS, GRASS, JANITOR, JUMP, ArcExplorer, a v ÚHÚL—e najviac využívané sú Topol a Geomedia distribuovaný americkou spoločnosťou INTERGRAPH. Tieto programy umožňujú zobrazenie waypointov, prejdenej cesty a tras na mape v omnoho lepšom rozlíšení ako na displeji GPS prijímača [Voženílek 2001].

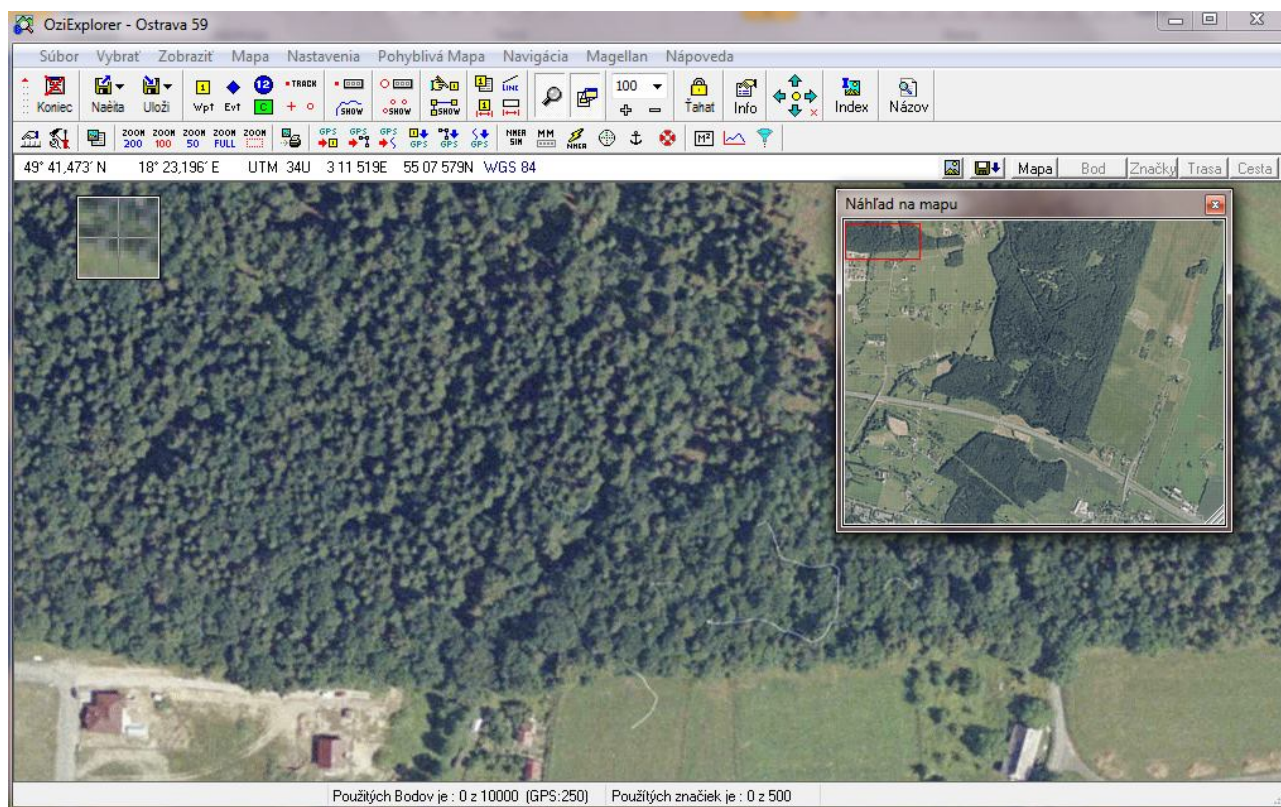
Základní funkcie programov sú sťahovanie bodov, navigačných a prejdených tras z GPS do PC, to isté aj z PC do GPS, ukladanie dát do súborov, odkiaľ sa dajú opätovne vyvolať, tvorba nových bodov a tras, export do iných formátov a mnoho iných.

6.2.1 OziExplorer

Je známy sharewarový program. Je určený pre prácu s mapou, prezeranie dát, plánovanie trás (routes), pre navigačné prístroje, navigáciu. Spätne je možné zaznamenané cesty (tracks) v programe zobrazíť. Dokáže umiestniť do súradnicovej siete naskenovanú mapu a nad ňou zobrazovať uložené dáta z GPS. OziExplorer dokáže importovať a exportovať dáta v rôznych formátoch a podporuje i formát ESRI Shapefile. Program pracuje pod Windows 95/98/NT/XP, pre Windows CE je určená verzia OziExplorer CE (kapitola 6.3.2). Demoverzia programu je voľne dostupná na adrese <http://www.ozieplorer.com/>

OziExplorer používa rastrové mapy, tie si môžeme naskenovať z papierových máp, stiahnuť z internetu vrátane potrebných súradníc a potom ich pred použitým skalibrovať, poprípade pospájať pomocou Map Merge. Avšak nevie pracovať s vektorovými mapami, ale dáta Esri shapefile dokáže načítať. Nevie nájsť trasu z bodu A do bodu B. Zaznamenané cesty dokáže zobrazíť Google Earth. Trasy, body i cesty je možné ukladať a načítať v špeciálnom formáte OziExploreru. Trasy v PLT, body v WPT a cesty RTE. Formáty sú síce čisto pre použitie v OziExploreru a import iných formátov chýba, ale vzhľadom k obľúbenosti OziExploreru existuje mnoho konverzných utilít voľne k stiahnutiu, z ktorých doporučujem GPSBabel, ktorý dokáže previesť takmer všetko na všetko [21].

OziExplorer umožňuje zakresliť prejdenu trasu z navigačného prijímača do súborov naskenovaných máp vo formátoch: BMP, TIF, JPG, KAP, OZF a ECW. Dokáže dokonca upravovať a merať ľubovoľne až 5 užívateľských trás. Mapa prispôbená týmto programom má príponu MAP a prispôsobenie nazývame kalibráciou mapy. Stručný popis pracovného prostredia a pár úloh nájdete v užívateľskej príručke v prílohách *manual_oz Explorer.pdf*.



Obrázok č. 15 – Prostredie programu OziExplorer

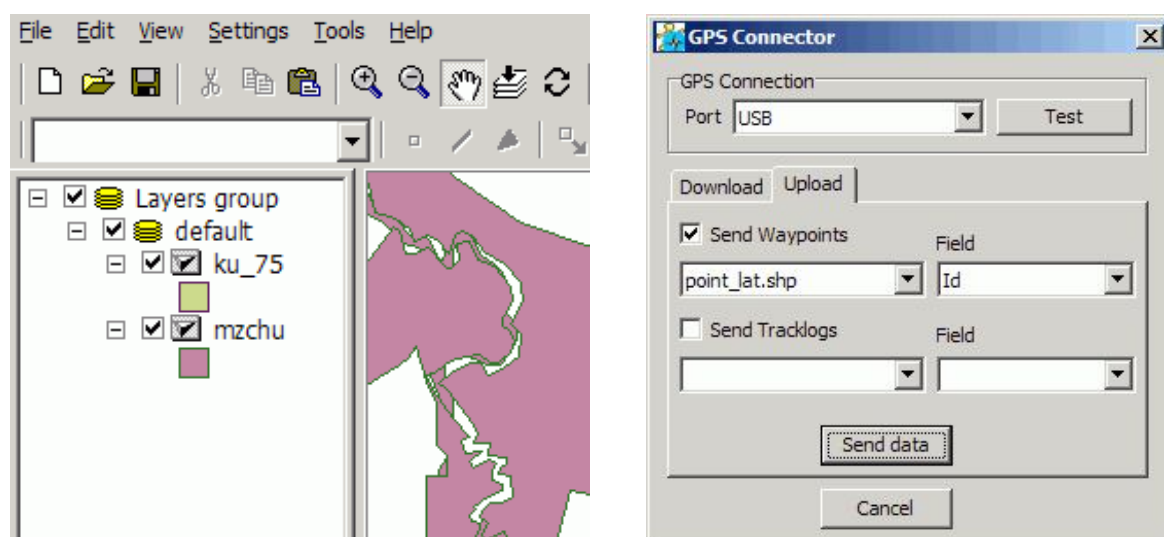
6.2.2 Topol xT NT

Prvý program TopoL vznikol v ÚHÚL –e v r. 1989 v spolupráci s HÚL a tvorcami zo súkromných firiem. Došlo tak ku spojeniu snáh po modernom geografickom informačnom systéme (GIS) a kvalitných analógových máp ako jedno z produktov tejto technológie. Je to rýdzo Český produkt. Obsluha u počítača na obrazovke vidí editované body, línie a plochy, teda budúce mapové dielo, už v takej podobe, v akej sa bude tlačiť, resp. ako sa prvky do počítača snímajú. Súčasné lesnícke mapy, LHP i OPRL, vznikajú v počítači postupným prekryvaním vrstiev, (blokov). V každej vrstve sa môžu vyskytovať body, línie,

plochy, tak i texty. Dokáže spolupracovať s Google Earth. Pracuje so službami WMS, WFS. <http://www.topol.cz/>

6.2.3 Janitor

Systém JANITOR je určený k získavaniu, organizácii, správe a analýze dát. Umožňuje prácu s dátami získanými terénnym prieskumom (transformácia). Je tvorený samostatne pracujúcimi a vzájomne prepojitelnými aplikáciami. Základom systému je otvorená technológia umožňujúca tvorbu formulárov k zadávaniu a správe dát, vrátane podpory ukladania priestorových dát (GIS). Viac informácií nájdete na stránkach organizácie CENIA, ktorá tento software vyvíja (www.janitor.cenia.cz).



Obrázok č. 16 – Prostredie Janitoru

6.2.4 H - STAR

Trimble GPS Analyst software je softwarová nadstavba pre ESRI ArcGIS Desktop software, ktorá umožňuje pracovať s GPS dátami priamo v prostredí GIS. GPS Analyst maximálne zjednodušuje dátové toky medzi terénom a kanceláriou. Integruje GPS polohové dáta s personálnou GIS databázou. S GPS Analyst je možné taktiež priamo ovládať GPS prijímače v teréne a prevádzať tak zber a aktualizáciu dát. GPS Analyst ponúka klasické diferenční spresnenie GPS dát, tak i najmodernejší spôsob pomocou technológie H-Star.

Výpočtový algoritmus technológie H-Star (kombinácia hardwarového a softwarového riešenia) využíva pre spracovanie (diferenčné spresnenie) oba spôsoby spracovania satelitného signálu GPS a obe jeho zložky (kódová i fázová dáta). Výsledná presnosť

určenia polohy je podľa publikovaných štúdií a testovaní do 30 cm, s externou GPS anténou dokonca pod 20 cm. Pre dosiahnutie potrebnej presnosti postačí i veľmi krátke meranie s GPS prijímačom novej generácie (Trimble Pathfinder PreXH, GeoExplorer GeoXH). Pre dosiahnutie korektných výsledkov je treba použiť dáta minimálne z troch dvojfrekvenčných referenčných staníc GPS vzdialených do 200 km alebo aspoň jednej referenčnej stanice do 80 km [22].

6.3 Programy pre zber dát v teréne

Ak si pre mapovanie krajiny zvolíme kombináciu aplikačného GPS prijímača s mobilným počítačom, alebo integrované riešenie založené tiež na mobilnom počítači, budeme potrebovať ešte nejaký riadiaci software, ktorý nám umožní zbierať, upravovať a ukladať zhromaždené dáta. Tieto programy sa nazývajú mobilné GIS a ponúka ich celá rada firiem. Ku zakúpeným prístrojom ponúkajú firmy už aj príslušné programové vybavenie.

6.3.1 ArcPad

Keďže ÚHÚL si neprial produkty od firmy ESRI, v tejto práci ich zakomponujem do metodiky. Plnohodnotná špecifická GIS aplikácia je síce finančne náročnejšia (16 000 Kč), ale je vybavená všetkými potrebnými nástrojmi. Vo svete, ale i u nás, sa najviac používajú produkty firmy ESRI, reprezentované najmä aplikáciou ArcGIS (ArcView, ArcEditor a ArcInfo). Vo freeware verzií ArcPad sa dajú používať všetky zobrazovacie i editačné funkcie po dobu 20 minút. Po uplynutí času je treba program reštartovať. Dá sa nainštalovať na každé pocket PC. Pri inštalácii sa nainštaluje aj verzia pre stolný počítač, ktorá je identická a inštaluje sa súčasne. Umožňuje prepojenie s ďalšími prístrojmi (laserový diaľkomer, fotoaparát...). ArcPad podporuje formáty ako ESRI shapefile, JPEG (s georeferenčným súborom *.jgw), Windows Bitmap (s georeferenčným súborom *.bpw), MrSID (s georeferenčným súborom *.sdw) [23].

ArcPad už vo verzií 7.0 má k dispozícii i české menu programu a dokáže pracovať s mapou v systéme JTSK. Je možné zobrazovať naskenované a súradnicovo umiestnené rastre (porastané mapy, letecké snímky). Program vie editovať a zobrazovať základné vektorové vrstvy (bodovou, čiarovou, polygónovou) a ich databázové položky. Vektorové objekty dovoľuje taktiež editovať. Vytvára objekty vo formáte *.shp a databázu grafických prvkov

vo formátu *.dbf. Po aktivovaní GPS prístroja je možné ukladať zistené body nie len manuálne (kliknutým pera na tlačidlo „Ulož“) ale i automaticky vo zvolenom časovom intervale. Dopredu sa dá navoliť, či sa majú body spojovať do čiary alebo do polygónu. Hneď sa dá zistiť dĺžka čiary alebo plocha polygónu. Je tu možnosť vykreslenia viacerých vektorov i rastrov nad sebou.

Všetky počítačové programy, ktoré komunikujú s GPS prístrojmi, zobrazujú postavenie satelitov pomocou grafických znakov a presnosť vyjadrujú číslom PDOP. V programe ArcPad, ktorý má aj bezplatnú verziu, je možné po aktivovaní GPS otvoriť cez menu „Pozice GPS“ okno, v ktorom sú znázornené satelity, ako aj indikátory presnosti prijímaného signálu. V ľavej časti okna sú znázornené satelity, s ktorými GPS komunikuje. Čierne sú satelity použité pre zistenie polohy. Modré sú dostupné satelity ešte nepoužívané a červené sú satelity ešte nedostupné. Dva sústredené kruhy zobrazujú postavenie satelitov voči horizontu. Vonkajší kruh zobrazuje horizont – sever je hore. Čím bližšie sú satelity k stredu kruhu, tým presnejšie je meranie. V pravej časti naspodku je zobrazená hodnota PDOP. Pri meraní polohy nás najviac zaujíma HDOP – horizontálna presnosť, ktorá nezohľadňuje presnosť merania nadmorskej výšky. Táto sa dá v programe ArcPad nastaviť kliknutým na nadpis PDOP a výberom príslušného riadku (HDOP). Najdostupnejším a najjednoduchším spresnením meranej pozície je priemerovanie z niekoľkých meraní. Namiesto jedného merania sa teda na určitej pozícii urobí niekoľko meraní po určitú dobu a z meraní sa urobí priemer, ktorý bude finálnym meraním. V programe ArcPad sa dá využiť automatická funkcia priemerovania. V menu „Prednastavení GPS“ v záložke „Sejmout“ sa zaškrtnie políčko „Umožnit průměrování“ a v políčku „Body“ sa zvolí počet meraní, z ktorých bude robené výsledné priemerné meranie. Okrem iného je možné zadať aj „Interval snímání pozície“ v sekundách. Program urobí príslušné merania a priemerovanie automaticky a uloží už spriemerované meranie. Optimálnym časovým intervalom na získanie priemerovaného merania je tridsať až šesťdesiat sekúnd.

Treba dať pozor, lebo nie všetky GPS prístroje sú od výrobcu nastavené na príjem signálu WAAS/EGNOS (real DGPS). Pre vreckové počítače však existujú (z internetu) voľne stiahnuteľné programy, ktoré umožnia zapnúť príjem tohto signálu. Ak je WAAS/EGNOS aktívny a spresnenie merania prebieha, v programe ArcPad sa v okne „Pozice GPS“ nad zobrazenými satelitmi objaví označenie „DGPS“. WAAS/EGNOS satelity majú trojčíselné označenie, ale pre úsporu miesta sú označované aj dvojčíselne. Dva WAAS satelity sú

označené číslom 35, 47 (PRN 122, 134). Štyri EGNOS satelity sú označené číslami 33, 37, 39, 44 (PRN120, 124, 126, 131). Tieto satelity zvyknú mať aj iný tvar ikony alebo farbu grafu ako ostatné satelity. Treba počítať s tým, že načítanie informácií z WAAS/EGNOS satelitu po zapnutí prístroja bežne trvá niekoľko minút (5 a viac), dáta nemajú dlhú trvanlivosť a je väčšia spotreba energie batérie.



Obrázok č. 17 – Prostredie ArcPadu

Pre post-processing musíte mať okrem programu ArcPad aj program, ktorý vytvára súbor s údajmi potrebnými pre neskoršiu korekciu (napr. program GPSCorrect). Pri práci s programom ArcPad sa potom automaticky vytvára súbor s ukladanými bodmi (*.shp) a príslušný súbor GPSCorrect.ssf. Na konkrétne spresnenie údajov je potrebný ďalší program (Pathfinder Office), ktorý dokáže spracovať údaje s diferenciálnej GPS stanice vo formáte RINEX a údaje nami vytvoreného súboru GPSCorrect.ssf a vytvorí súbor s údajmi súradníc bodov už korigovanými. Pathfinder Office súčasne poskytne prehľad podľa korigovanej presnosti v percentách (napr. 70 % bolo korigovaných na presnosť 1–3 m a zvyšných 30 % zostalo v presnosti 8–15 m). Súbor RINEX poskytujú niektoré inštitúcie zdarma, niektoré ako platenú službu. V prípade záujmu o post-spresnenie merania si treba vyhľadať na internete poskytovateľov RINEX služby. Pre praktický post-processing stačí mať len program ArcPad a program GPSCorrect. Spresnenie si môžete dať urobiť externe, pričom

potrebujete poslať spracovateľovi príslušný súbor s meranými bodmi (*.shp), súbor GPSCorrect.ssf a čas merania. Nazad vám pošlú spravený súbor *.shp [24].

6.3.2 OziExplorer CE

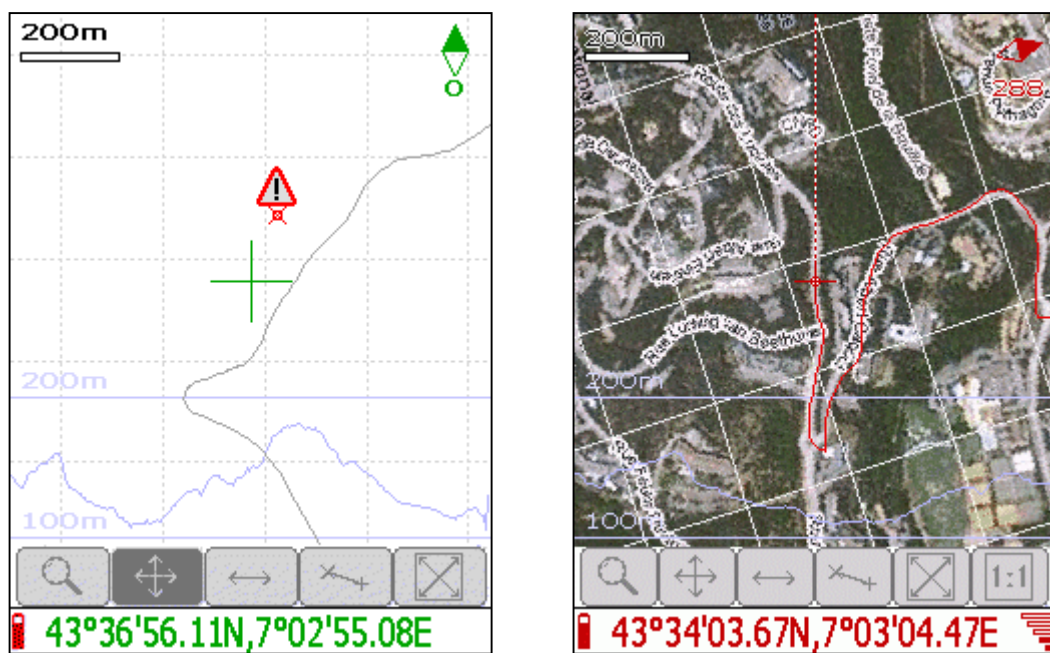
OziExplorer CE – Je obdoba OziExplorera určená pre vreckové počítače s operačným systémom Windows CE. OziExplorer CE dokáže zobraziť na displeji vreckového počítača rastrovú mapu a nad ňou aktuálnu polohu GPS prijímača, respektíve užívateľa. Tuto polohu potom dokáže ukladať do pamäti počítača v podobe waypointov alebo prejdenej trasy. Môžeme ho taktiež využiť k navigácii po dopredu zvolenej ceste, ktorú sme si naplánovali pomocou OziExplorera. Ako podkladové mapy slúžia skalibrované mapy z OziExplorera v špeciálnom formáte *.ozf2 alebo *.ozf3. OziExplorer CE nepodporuje vektorová dáta. Program je k stiahnutiu na stránke <http://www.ozieplorer.com/>. Bez registrácie, ktorá stojí 35 USD je program funkčný iba 20 minút [25].



Obrázok č. 18 – Prostredie OziExplorera CE

6.3.3 NoniGPSplot

Program pre zaznamenávanie a neskôr pre zobrazovanie prejdenej cesty. Trasy môžu byť exportované do formátu KML alebo GPX. Je tu možnosť aj načínania vlastnej podkladovej mapy skalibrovannej. Zobrazuje informácie ako počet a rozmiestnenie satelitov, graf výšky. Zobrazuje aj rastrové podklady. Viac informácií na stránkach softwaru [26] [27].



Obrázok č. 19 – Prostredie NoniGpsPlot

Obdobných aplikácií s menšími úpravami, trochu odlišnou funkcionalitou alebo podporou iných formátov a operačných systémov, existuje celá rada. Vymenujem napríklad programy: TerrasSync, TopPAD, TopSURV alebo DigiTerra.

6.4 Programy pre prevod dát

Pre spoluprácu počítače s GPS prijímačom bola vyvinutá celá rada špeciálnych programov.

Príklady nemapových programov sú G7toWin (<http://www.gpsinformation.org/ronh/>) a Waypoint+ (<http://www.tapr.org/~kh2z/Waypoint/>).

Z hľadiska podporovaných formátov dát softwarom, mal by byť schopný otvoriť štandardné formáty, ktoré sa používajú pri práci s priestorovými informáciami. Mali by mať podporu rastrových alebo vektorových formátov ako sú napr. shapefile od ESRI,

MapInfo Professional (tab, txt) a CAD formátov DGN (MicroStation), DXF a DWG (AutoCAD), JPEG, BMP, MrSID, KML, GPX a rôzne iné.

V súčasnosti sú už aplikácie, ktoré pomáhajú konvertovať dáta do potrebného formátu. GPSBabel je multiplatformový, open source program umožňujúci prevod GPS záznamov (trace logov) a pre konverziu medzi rôznymi typmi dátových formátov GPS. Ponúka rozhranie príkazového riadku a i grafické užívateľské rozhranie pre operačné systémy[28].

GPS TrackMaker

Unikátny, v základní verzii voľne stiahnuteľný program. Umožňuje komunikáciu so všetkými možnými typmi turistických GPS (sťahovanie a nahrávanie dát - waypoints, tracklogs, routes). Editácia dát. Možnosť použitia vektorových i rastrových podkladových máp. Možnosť real-time navigácie na obrazovke počítača. Integrácia s dátami dostupnými na internete. Vlastne sa jedná jednoduchý GIS. Domovská stránka: <http://www.gpstm.com>.

img2ozi

Zmení bitmapový formát, do formátu určeného do OziExplorera (ozf3).

6.5 Software pre transformáciu dát medzi súradnicovými systémami

Ak chceme porovnávať údaje namerané GPS prijímačom s mapou alebo iným zdrojom priestorových informácií, musíme zaistiť, aby boli všetky dáta vyjadrené v rovnakom súradnicovom systéme. Poloha GPS prijímača je natívne udávaná v súradnicovom systéme WGS-84. Prijímače potom spravidla ponúkajú určitý počet systémov, z ktorých si môže užívateľ zvoliť ten, do ktorého bude poloha prepočítaná. V Českej republike sa používajú S-JTSK a WGS-84. Ak potrebujeme namerané údaje používať v systéme, ktorý nemáme, musíme ich transformovať dodatočne, pomocou špeciálneho programového vybavenia.

Programov pre transformáciu súradníc medzi systémy S-JTSK a WGS-84 existuje opäť celá rada. Od veľmi jednoduchých, ktoré boli vytvorené pre účely turistiky až po veľmi sofistikované geodetické nástroje. Transformovať namerané dáta môžeme aj v programoch ako ArcMap, Janitor. Návod môžete nájsť na [Pavlicek 2007]. Pri transformácii stačí zmeniť jedno číslo a môžu z toho byť aj kilometrové vzdialenosti. V mojej diplomovej

práci sa zameriam hlavne na programy, ktoré sú k dispozícii zdarma a môžeme si ich stiahnuť z internetu [Pavlicek 2007].

DoKřoví – Program vytvorený na základe zdrojového kódu uvedeného v [Hrdina 1996], Dokáže spracovať celé súbory, takže nie je nutné zadávať súradnice jednotlivo. Pracuje s textovými ACSII súbormi, alebo so súbormi, ktoré generuje program Waypoynt+ (v ňom je potrebné dáta uložiť ako export pre CartaLinux). Program DoKřoví môžeme stiahnuť zo stránok autora na adrese [Pavlicek 2007].

Visual Matkart – Visual Matkart je modulárny systém zameraný na potreby digitálnej kartografie a GIS. Súčasťou verzie VISUAL MATKART Educationl, ktorá je celá zadarmo, je i modul „Souřadnicový kolotoč“, ktorý dokáže prevádzať transformácie medzi systémy WGS-84, S-JTSK a S-42. Súradnice musia byť vkladané jednotlivo rovnako ako v prípade programu WGS84toSJTSK. Po predvoľbe súradnicového systému pomocou vstupného menu sa vložia dané súradnice a po stlačení tlačidla start dôjde k výpočtu súradníc pre všetky ostatné súradnicové systémy. V súčasnosti je to asi najlepší software na prevod súradníc [29].

6.6 Programy pre plánovanie merania

Trimble Planning

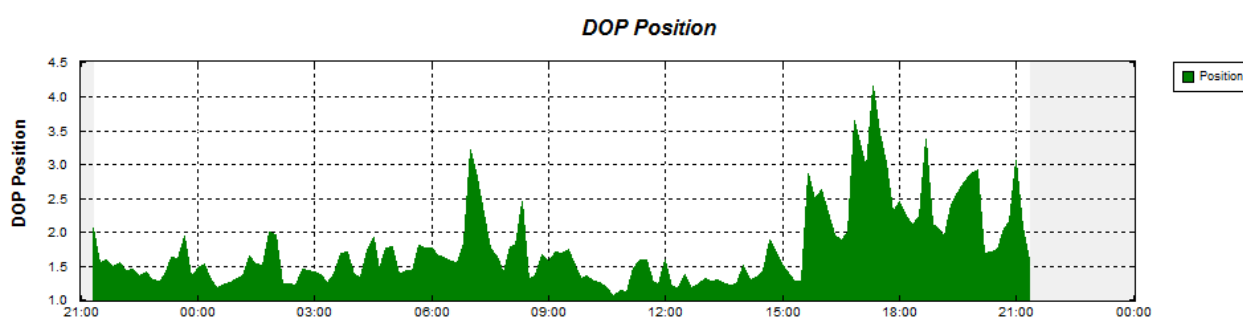
Jedným z dôležitých ukazovateľov presnosti zisťovaných súradníc je počet satelitov, ich postavenie vzhľadom k horizontu a ich vzájomná konštelácia v určitú dobu na určitom mieste na zemskom povrchu. Toto postavenie a teda najvhodnejšiu dobu na meranie je možné predpovedať, pretože pohyb satelitov je pravidelný. Na predpovedanie sa dá použiť počítačový program Trimble Planning. Tento software umožňuje naplánovať najvhodnejšiu dobu merania s ohľadom na konšteláciu jednotlivých družíc.

Ovládanie programu je intuitívne. Hlavnými krokom je ale naimportovať súbor s aktuálnym almanachom z <http://www.trimble.com/gpsdataresources.shtml> vo formáte SSF a k tomu sa môžu vytvoriť ku každému bodu masky prekážok kde sa bude merať. Ďalej sa nastavuje, v ktorý deň, o koľkej hodine, ako dlho a z akej pozície budete robiť meranie. Následne z dostupných grafov (obr. č.20) sa dajú potom vyčítať dôležité poznatky (aj o presnosti prijímaného signálu) vyplývajúce z pohybu družíc. V predpovedi je možné

zohľadniť aj vplyv konfigurácie terénu (masky terénu). Príkladom môže byť hlboké údolie, v ktorom je potrebné zamerať polohu. Vykreslíte si mapu objektov (hrebene masívu), ktoré zakrývajú výhľad a z dostupných grafov zistíte, kedy sa na dané miesto ísť mapovať. Ušetríte veľa času a meriate s istotou presnejšieho zamerania [Brix 2005].

Dáta o dráhach družíc – Almanach <http://www.navcen.uscg.gov/GPS/almanacs.htm>

Interaktívna mapa satelitov: http://www.nstb.tc.faa.gov/RT_WaasSatelliteStatus.htm



Obrázok č. 20 – Vypočítané hodnoty PDOP v programe Trimble Planning

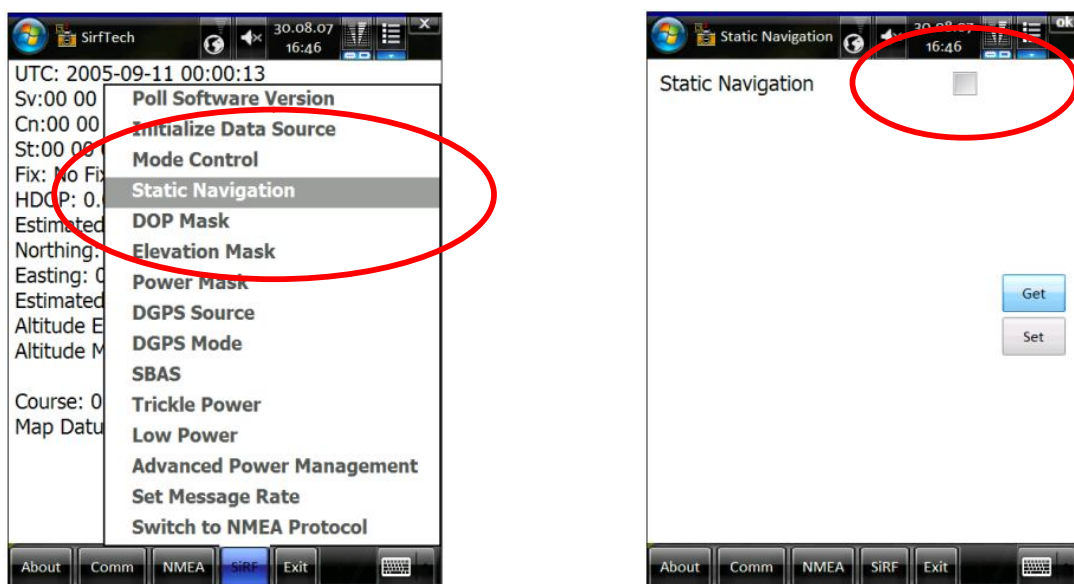
Mission planing

Určiť vhodnú dobu pre prácu v teréne nám umožní aj program firmy Thales. Naplánuje optimálnu dobu pre prácu v teréne na základe polôh satelitov. Program je možné stiahnuť z ftp serveru firmy Thales: <ftp://ftp.thalesnavigation.com>.

6.7 Program pre vypínanie statickej navigácie

SirfTech

Výrobcovia GPS modulov statickú navigáciu nezapínajú pre nič za nič. Po jej vypnutí sa môžu niektoré aplikácie chovať trochu neštandardne (skákať). Typicky pri státi na križovatke sa mapa na displeji navigácie môže otáčať, prístroj môže prepočítavať trasu atd. Na druhu stranu s vypnutou statickou navigáciou bežne jazdíme a navigační programy sa bez problémov dajú používať. Spustením a niekoľkými ťahmi vypneme statickú navigáciu.



Obrázok č. 21 – Prostredie programu SirfTech

Statickú navigáciu možno pomocou aj pomocou programu **SirfDemo** alebo inými pomôckami zase jednoducho zapnúť. Aj tak ale musíme upozorniť, že tieto zásahy vykonávame na vlastné riziko. V prípade problémov asi výrobca nebude brať ohľad na záruku. Ak už ale je zapnutý program, ktorý komunikuje s GPS chipom, tak ho musíme vypnúť a až potom zapnúť SirfTech. Pretože s GPS chip nemôže komunikovať navzájom dvoma smermi [30].

7 Mapové podklady, mapy, zdrojové Dáta

Mapy sú pre lesníctvo, ako obor ľudskej činnosti zaoberajúcej sa správou majetku a hospodárením vo voľnej krajine, nevyhnutnou pomôckou. Lesnícke mapy sú v rámci účelových máp vydávaných pre potreby určitej profesie veľmi špecifické. Koncový užívateľ ich používajú prakticky denne a ťažko si možno predstaviť prácu bez tejto nevyhnutnej pomôcky. Aktuálnosť mapového diela sa, napríklad na rozdiel od mapy geologickej, pomerne rýchlo mení. V lese sa budujú nové účelové komunikácie a menia sa aj porastové skupiny, ktoré majú v čase veľmi premenlivé hranice, resp. s vekom niektoré zanikajú. Kvalitná lesnícka mapa musí všetky tieto zmeny vyjadrovať. Preto sa ustálilo pravidlo aktualizovať tieto mapy spravidla po desiatich rokoch.

ÚHÚL bol od 50. rokov jediným spracovateľom lesníckych máp, čo viedlo k zjednotení technológie lesníckeho mapovania a následnej tlače máp. V lesníckych inštitúciách používajú mapové podklady ako sú napríklad ORLP, LHP a iné tematické podklady, ktoré využívajú civilný užívatelia. Sú to katastrálne mapy, ortofotomapy a iné digitálne geografické dáta (ZABAGED, vojenské mapy, SMO). Lesnícke mapy sú vytvorené nad štátnym mapovým dielom, a to najčastejšie nad Štátnou mapou odvodenou (SMO). Informácie o lesníckych mapách som čerpala z webového serveru [ÚHÚL], zákona o lesoch č. 289/1995 Zb. a z vyhlášky o lesnom hospodárskom plánovaní č. 84/1996 Zb.

7.1 ORLP

Oblasťné plány rozvoja lesov obsahujú súhrnné informácie o stave lesov, potrebách plnenia funkcií lesov ako verejnému záujmu o spôsoboch hospodárenia v ekosystémovom pojatí. OPRL vyhotovuje a poskytuje ÚHÚL prostredníctvom informačného a dátového centra IDC. Služi mimo iné ako podklad pre oblasťné diferencované uplatňovanie štátnej lesníckej politiky a sú rámcovým odporúčením pre spracovateľov vlastných LHP. Štandardná zostava OPRL dnes tvorí okrem textovej časti 10 druhov máp, v mierkach od 1:10000 do 1:50000. Sú to prehľadová mapa lesných oblastí, typologická mapa, mapa lesných vegetačných stupňov, mapa cieľového hospodárstva, dopravná mapa, a iné... Obsahujú súhrnné údaje o stavu lesov, potrebách plnenia funkcií lesov a odporúčania o spôsoboch

hospodárenia v ekosystémovom pojatí. Sú metodickým nástrojom štátnej lesníckej politiky [31].

7.2 LHP, LHO

Lesný hospodársky plán je výsledným dielom hospodárskej úpravy lesov (HÚL). Je to nástroj vlastníka lesa ako pomôcka k hospodáreniu. Vypracováva sa každých 10 rokov. Základná (hospodárska) mapa je tlačená v mierke 1:5000, teda rovnakom ako SMO. Ostatné lesnícke mapy sú tlačené v mierke 1:10000. Vzniká nám tak základná lesnícka mapa 1:5000, nad ktorou sa zisťujú plochy porastových skupín pre výpočet hmôt porastov. LHP vytvorené v digitálnej podobe poznáme ako D-LHP. LHP sa skladá z troch častí : z textovej časti, hospodárskej knihy a lesníckych máp.

Lesnícke hospodárske osnovy sa spracovávajú ako podklad pre zistenie stavu lesa a pre výkon štátnej správy lesov vo vlastníctve právnických a fyzických osôb pre všetky lesy, ktorých výmera je menšia ako 50 ha [31].

7.3 Obrysová mapa, porastová mapa

Obrysová mapa sa vyhotovuje spravidla v mierke 1 : 10 000 zo základnej lesníckej mapy. Obsahuje podrobný prehľad polohopisu, výškopisu a rozdelenia lesa. Slúži najmä na zakresľovanie zmien v lesníckom detaile, ktoré nastanú vykonávaním hospodárskej činnosti a ako podklad pre mnohé účelové mapy. Vlastnia ju na ÚHÚL-e.

Porastová mapa sa vyhotovuje spravidla v mierke 1 : 10 000 zo základnej lesníckej mapy. Obsahuje podrobný prehľad polohopisu, výškopisu, kategórie lesov a farebné zobrazenie vekovej štruktúry jednotiek priestorového rozdelenia lesa. Jedná sa o porastové mapy vytvárané a udržiavané správcami lesných celkov. Porasty sú odlišované podľa druhu, veku, výšky a funkcie. Okrem porastových hraníc na týchto mapách sú taktiež základná sieť ciest a katastrálne hranice, niekedy taktiež vrstevnice s hrubšej ekvidištancii. Tieto mapy sú spravidla spracované nad katastrálnou mapou [32].

7.4 Katastrálna mapa

Katastrálna mapa je mapa veľkej mierky, ktorá zobrazuje všetky nehnuteľnosti v katastrálnom území s vyznačením čísla nehnuteľnosti a druhu pozemku. Určujú právne

vzťahy k nehnuteľnostiam. Katastrálne mapy sa vytvárajú v rozličných mierkach, v zastavanom území (intraviláne) sa používajú katastrálne mapy v mierke 1:1000 alebo 1:2000. Mimo zastavaného územia obce (extravilán) sú to najčastejšie katastrálne mapy v mierke 1:5000 (ale nie je to pravidlo). Mapy možno získať na príslušnom katastrálnom úrade, alebo je možné si ich prehliadnuť aj na internete (<http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>).

7.5 Farebné ortofoto ČR

Letecké fotografie sa využívajú k lepšej orientácii v teréne a k rýchlemu vyhľadávaniu a spresneniu hraníc biotopov. Po aktualizácii pôvodnej farebnej ortofotomapy ČR s rozlíšením 50 cm/pixel je momentálne rozlíšenie 20cm/pixel skutočne neopomenuteľným zdrojom informácií o stave terénu pre všetky geograficky orientované informačné systémy. Ortofotomapa reálne a neskreslene odráža skutočnú situáciu na území a tiež umožňuje porovnanie vektorových údajov so skutočnosťou (napr. katastrálna mapa, projekčné plány a iné.), je zrozumiteľná a čitateľná pre široký okruh užívateľov štátnej správy, samosprávy, rôznych spoločností a občanov. Dáta digitálnych ortofotomáp sú žiadané do informačných systémov o území a stavebných konaní, projekčnými firmami pre prípravu a schvaľovanie projektov, evidenciu a správu objektov a na ďalšie iné účely. Ortofotomapa sa pri súčasnom nástupe rýchlej a kapacitne silnej výpočtovej techniky stáva základnou vrstvou každého moderného GIS-u. Technické parametre farebnej ortofotomapy ČR [31].

7.6 Štátna mapa odvodená

Jedná sa o štátne dielo pokrývajúce celé územie ČR budované od 1950. Vydavateľom SMO-5 je Český úrad zeměměřičský a katastrální (ČÚZK). V súčasnej dobe sa vykonáva digitalizácia SMO-5, kde ako výsledok bude Štátna mapa rastrová 1:5000. Je tvorená tromi zložkami – zložkou katastrálnou, výškopisnou a topografickou. Podkladom katastrálnej zložky je digitálna katastrálna mapa (DKM) alebo katastrálna mapa digitalizovaná (KM-D), výškopisná zložka vychádza z vektorového súboru ZABAGED® a topografická zložka je tvorená digitálnymi ortofotosnímami. Je tvorená v súradnicovom systéme S-JTSK, výškový systém je baltský-po vyrovnaní [31].

7.7 Súhrn informácií o dátach

Tabuľkové porovnanie:

	ORLP	LHP	Obrysové mapy	Katastrálne mapy	Farebné Ortofoto	SMO 5
Aktualizácie	10 r.	10 r.	10 r.		3 roky	
presnosť		18m			+/- 3m	
rozlíšenie				0,5*0,4cm (2500*2000 m)	0,25 m (V) 0,5 m	0,5
mierka		1: 10 000	1: 10 000	1: 5 000	1: 20 000	1: 5 000
zdroj	WMS ÚHÚL	ÚHÚL	ÚHÚL		ČUZK	ČUZK
					TIFF, JPEG, MrSID	

Tabuľka č. 6– Porovnanie podkladových dát

8 Metodika

Z hľadiska efektivity mapovania pri použití GNPS systémov je najvýhodnejšie kombinovať moderné mobilné geoinformačné technológie s vhodným softwarovým vybavením a inými technológiami, ako sú napríklad laserové diaľkomery a internet. Kombináciou všetkých týchto technológií vznikne ucelený súbor technických, softwarových a dátových prostriedkov pre digitálne mapovanie krajiny. Pre úspešnú implementáciu prostriedkov digitálneho mapovania do procesu mapovania krajiny musia byť podľa [Voženílek 2001] splnené tieto podmienky:

- Vhodné, dostatočne presné a cenovo dostupné GNPS prijímače
- Kvalitné a dostupné softwarové vybavenie pre prácu v teréne i kancelárií
- Podklady pre mapovanie dostupné v digitálnej podobe, popřípadе i v papierovej
- Vypracovaná kvalitná metodika

V súčasnosti je v oblasti digitálneho mapovania dostupná celá rada ucelených profesionálnych riešení, splňujúcich všetky menované podmienky. Avšak s označením „cenovo dostupný“ sa tu dostávame do sféry relatívnych hodnôt, pretože cena týchto riešení sa pohybuje v ráde stoviek tisícov. Z toho je možné usudzovať, že pre niektorých potenciálnych užívateľov je profesionálne riešenie mobilného GIS nad ich finančné možnosti, alebo je pre nich, vzhľadom k vynaloženým finančným prostriedkom, neefektívne si takéto riešenie zaobstarávať.

Hardwarové vybavenie sme si predstavovali v kapitole č.5, softwarové v kapitole č.6. Následne v tejto kapitole budeme ich kombinovať a vytvárať metodické postupy merania pre vybrané vybavenie.

Pri návrhu metodiky sa vychádza z predpokladaných požiadavkou pracovníkov či už v teréne i pracovníkov v kancelárií. Metodika Podľa stanovenia týchto požiadavkou bola založená metodika merania a vytvorili sa všeobecné scenáre, z ktorých je možnosť si vybrať takú metodiku, ktorá je vhodná pre daný typ merania. Scenáre popisujú konkrétnu činnosť a požiadavky pri uskutočňovaní mobilného digitálneho mapovania v teréne. V tomto prípade vymenuje scenáre ako napríklad prieskum lesa, prieskum lesnej cestnej siete, monitoring stavu lesov, zisťovanie výmery lesa, typologické mapovanie lesa, apod.

8.1 Definícia cieľa mapovania

Jedným z najdôležitejších hľadísk, na ktoré treba brať zreteľ, je presne určiť a definovať si cieľ merania. Meranie môže prebiehať ako nové mapovanie bez predošlej návaznosti alebo ako revízia dát, vychádzajúca z predošlých meraní.

Medzi každodenné úlohy a práce v ÚHÚL—e, kde sa používajú meracie prístroje, nevynímajúc GPS prijímače patria činnosti ako sú monitoring objektov, taxácia lesa, rôzne druhy inventarizácií. Cieľom monitorovania lesných ekosystémov je sledovanie a získavanie čo najobjektívnejších informácií o stave lesných ekosystémov. S prístrojmi, ktoré boli dostupné pre tvorbu metodiky, sme prevádzali statické i dynamické merania v rôznych typoch terénu a prostredia. Pre meranie bolo zvolené kódové meranie, ktoré je pre svoju presnosťou dostačujúce pre účely GIS mapovania. Nebolo vykonávané DGPS z referenčných staníc CZEPOS, pretože nebol kladený dôraz na presnosť ale na metodiku.

8.2 Kroky mapovania a jeho postupy

Návrh metodiky je možné rozdeliť do troch hlavných podkapitol. Je to etapa prípravných prác, etapa samotného mapovania a etapa vyhodnocovania a spracovania nameraných dát v teréne.

8.2.1 Prípravné kancelárske práce

Príprava mapovania v sebe zahŕňa väčšinou kroky ako naplánovanie mapovania a tvorbe vhodných podkladových dát. Každé mapovanie je iné a preto si vyžaduje aj iné podkladové dáta. Tvorba podkladových dát taktiež závisí na konkrétnej aplikácii, ktorú budeme využívať na mapovanie a zaznamenávať s ňou dáta.

V rámci prípravných prác sa vymedzí územie a sústredia informácie o sledovanom území. Stručná charakteristika lokality merania o jeho polohe, geomorfológii, rastlinstve. Aspoň čiastočná *rekognoskácia terénu* pred meraním je prínosná. Operátor sa bude ľahšie orientovať v mapovanej oblasti.

Ďalej sa pripraví *mapové podklady*, vykreslí sa v nich poprípade základná sieť pre systematický výber a zistí sa potrebný rozsah výberu. Aby sme mohli vytvoriť vlastný mapový podklad, potrebujeme mať základné podkladové dáta, z ktorých budeme našu

mapu skladat' (dáta z kap. č.7). Voľba podkladových dát závisí od charakteru mapovania. Obvykle je dobré mať viacero druhov podkladových dát. V prípade OziExplorer -a si môžete rýchlo prepínať medzi podkladmi. Podkladové dáta upravíme podľa požiadavkou konkrétneho programového vybavenia. Väčšinou sa jedna o transformáciu dát z S-JTSK do WGS-84 a odstránenie diakritiky z názvov. Potom nenastanú problémy s programami a načítaním dát. Úpravu dát prevedieme v akomkoľvek desktopovom programe, ktorý je na to vhodný. Potom ich uložíme na SD kartu. v PDA prístroji je dobré mať nahrané aspoň v jednej zložke základné dáta, pre náhodné mapovanie. Preto je dobré keď prístroj podporuje SD nad 2GB. Potom si vytlačíme prehľadovú mapu (***prehledku***), mapu pre lepšiu orientáciu, ktorá má väčšiu mierku, aby mala primerané rozmery do ruky. Ak nepoznáme terén tak orientácia je uľahčená a rýchlejšia, a nemusíme sa v prístroji preklikávať ponukami pre zobrazovanie celej oblasti mapovania. Koniec koncov, operátor je odkázaný v teréne len na tie dáta, ktoré si pripravil.

V programoch, ktoré sme spomínali v kapitole 6.6 si môžeme vytvoriť ***prognózu kvality dostupných signálov z družíc***, ktoré budú v čase merania na obzore. Treba pred meraním overiť aj nastavenie príjmu signálu z WAAS/EGNOS.

Dôležitá súčasť je aj ***protokol k mapovaniu***, ktorý sa môže pred vyplniť už v kancelárií, a ostatné potrebné položky sa vyplnia v teréne. Vzor formy protokolu na vyplnenie je v prílohe k práci pod názvom *protokol.doc*. Vyplňujú sa v ňom položky dôležité pre evidenciu merania. Od mien pracovníkov, ktorý vykonávali meranie až po názov prístroja a jeho parametrov v nastavení.

Do prípravy zahrnujeme taktiež tvorbu ***dátového slovníku*** (Data dictionary). Je to v preklade dátová knižnica, v ktorej sú preddefinované mapovacie objekty. Najskôr je treba postupne vytvárať prvky (features) a nadefinovať im vhodné atribúty. Prvky sú štandardné: bod (point), línie (line), polygón (polygon). Jednotlivé atribúty môžu typu: 'Menu', čo v praxi znamená rozvíňovanie menu, z ktorého je možné vybrať práve jednu položku. Ďalej 'Numeric' a 'Text' obsahujúce ľubovoľné resp. text obmedzený maximálnu dĺžku. Ďalšími typmi sú 'Datum' a 'Čas', ktorým je možné nastaviť formát a možnosť automatického vyplňovania. Posledným Name', ktorý slúži pre pripojenie ľubovoľného obrázku, napríklad z fotoaparátu PDA. Ukážka z dátového slovníka je v prílohe k práci s názvom *datovy_slovník.doc* (príklad na [33]).

Ak mapujeme so softwarom ArcPad, tak si vytvoríme projekt (rýchly formulár) podľa dátového slovníka, nastavíme parametre v záložke „Nastavenia“, kde si hlavne nastavíme GPS protokol MNEA, príslušný port a bitrate aby sme prijímali GPS signál, ďalej nastavíme cesty k projektu. Všetky podrobné nastavenia a postupy nájdete v súbore *manual_arcpad.pdf*. Ďalšie dobré návody nájdete na [33].

Ak mapujeme so software OziExplorer pripravíme importujeme si skalibrovanú podkladovú mapu na pamäť do prístroja. Každý druh údajov prenášame osobitne. Najčastejšie prichádza do úvahy prenos orientačných bodov a prenos bodov trasy z navigačného prijímača do elektronickej mapy (v programe OziExplorer) a prenos cesty (ROUTE), vytvorenej pomocou programu OziExplorer, do navigačného prijímača. Všetky podrobné nastavenia a postupy nájdete v súbore *manual_ozl.pdf*.

Po príprave mobilných meracích prístrojov, podkladových dát do meracieho prístroja, papierovej mapy, prehľadovej mapy je možné vyjsť do terénu. Pred odchodom do terénu sa presvedčte, či máte nabité batérie v prijímači a v kontrolóri.

8.2.2 Samotne mapovanie „raw“ dát a terénne práce

Pred prácou v teréne predchádza ešte dodatočná kontrola úplnosti vybavenia a použiteľnosti prístrojov. Prístroje vždy prenášame v ochrannej taške, do priečinku k nemu nedávajte iné veci. Po príchode do okolia mapovanej plochy je spustený prístroj s GPS. Je to kvôli tomu, aby sa prístroj inicializoval ešte pred vchodom do lesa, kde by mu clonili stromy.

Samotné mapovanie sa dá rozlíšiť na priame mapovanie a zber dát jednotlivo nad objektom (popri objekte) a na nepriame mapovanie a odčítanie vzdialeností od objektov pomocou diaľkomeru alebo pásma.

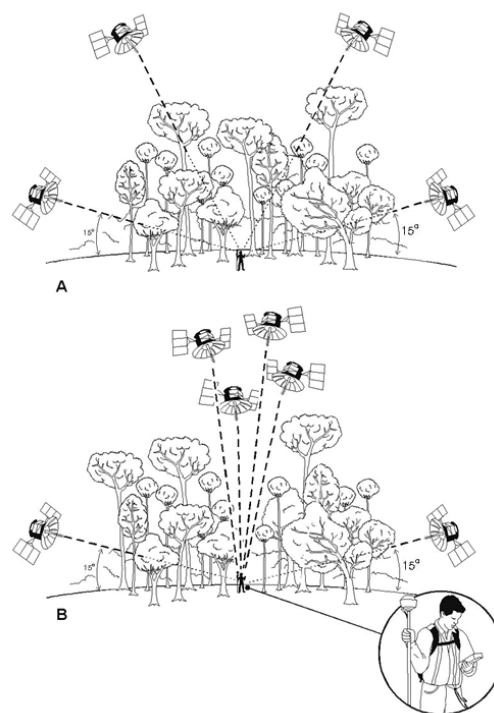
A, metodika pre zameranie siete bodov – statické meranie

V prípade navigácie na bod pracovník pomocou prístroja kontroluje svoju polohu a pohľadáva bod, na ktorý sa má dostať. Takto sa naviguje aj na ostatné potrebné body. Postupne sa body môžu označovať. Postup v OziExploreri môže byť nasledovný: *View/Panely nástroju/Panel waypointu*. Objaví sa hore v okne panel, a pomocou neho vkladáme body a uložíme do pamäte ako súbor s príponou WPT. Taktiež ďalšie postupy a nastavenia nájdete v prílohe *manual_ozl.pdf*.

Počas zberu dát operátor prechádza medzi bodmi s prístrojom, ktorý drží ďalej od tela s laktom opretým v pase pod uhlom 45° a zbiera údaje o bodoch ako poloha (súradnice X,Y,Z), a ďalšie atribúty, pre účel ktorých je mapovanie. Metóda na mapovanie je zvolená statická. Popritom môže (asistent) vyplňovať formulár. Aby boli zaznamenané súradnice bodu, zastaví sa operátor na príslušnom miestom a zbiera dáta po dobu 10 sekúnd. Zbiera sa v 3D móde. Treba overiť statickú navigáciu.

Aby sa dosiahla špecifikovaná presnosť, musí sa dodržiavať určité kritéria. Prístroj sa musí držať po celú dobu meracej doby v rovine pred telom, bez väčších otrasov prístroja. Akékoľvek prerušenie, či už v nastavení, stratou signálu, vloženie prístroja do kapsy, znižuje kvalitu merania. Nie je vhodné pri meraní GPS ku pokladať na zem alebo jej tieniť telom, lepšie použiť anténu. Ak sa to týka lesných porastov, je podľa skúsenosti najhorší ihličnatý s hustou korunou, taktiež sa zle meria v porastoch počas dažďa, pretože vlhké listy zvyšujú odraz signálu a tým aj šum. Naopak dobre funguje GPS v nízkych krovinách a listnatých v zime, keď na nich nie sú listy.

Pri mapovaní sa taktiež môže použiť externú anténu, ak je k dispozícii. Udržujte anténu v správnej polohe. Pre každú GPS anténu existuje optimálna poloha pre príjem signálu, niektoré antény majú najlepší príjem vo vodorovnej, iné vo zvislej polohe. Príslušná informácia je spravidla v manuáli, ale optimálnu polohu je možné odhaliť taktiež po chvíľke experimentovania (o sile príjmu signálu jednotlivých družíc nás informujú výšky stĺpcov na stránke satelitov v PDA). GPS anténe sa snažíme čo najmenej tieniť vlastným telom, nepokladáme ju pri meraní na zem!



Obrázok č. 22 – Spôsob rozloženia satelitov – vplyv na hodnotu PDOP

Najjednoduchšie spresňovanie polohy pomocou priemerovania z niekoľkých pozícií. Čiže namiesto sa vykoná niekoľko meraní a z toho sa vypočíta priemerná finálna poloha.

V programe ArcPad sa dá využiť táto automatická funkcia v nastavení. V menu nastavenie GPS z záložke „sejmout“ sa zaškrtnie políčko „umožniť priemerovanie“ a v políčku „body“ sa zvolí počet meraní, z ktorých sa vypočíta priemer. Taktiež sa tu nastaví požadovaný interval snímania polohy v sekundách. A to v záložke.... Za optimálne nastavenie sa zvolí 30-60 sekúnd pre priemerovanie.

Taktiež druhá metóda je možnosť merať pomocou DGPS. Získavanie z referenčných staníc je zatiaľ ešte finančne náročné, ale dostatočne presné. Pre dosiahnutie presnosti DGPS je možno taktiež využiť iný zdroj korekcií v reálnom čase, cez EGNOS (kap 2.8.5). EGNOS je systém, ktorý (zdarma) poskytuje diferenční GPS dáta v reálnom čase. Jeho výhodou je široká využiteľnosť, pretože je bezplatný a pre prístup k nemu stačí mať k dispozícii bežný (civilný) prijímač označený "With WAAS". Pri meraní je ideálne dodržiavať PDOP menšie ako 4, mať príjem minimálne z 5 družíc, a mať čistý výhľad na stacionárne satelity, teda na juh. Treba pred meraním overiť nastavenie príjmu signálu z WAAS/EGNOS. V ArcPade sa príjem z týchto družíc ukáže v okne „pozice GPS“ nad zobrazovanými satelitmi s označením „DGPS“. Sú označované dvojčíslom alebo ikonka satelitov má iný tvar alebo farbu.

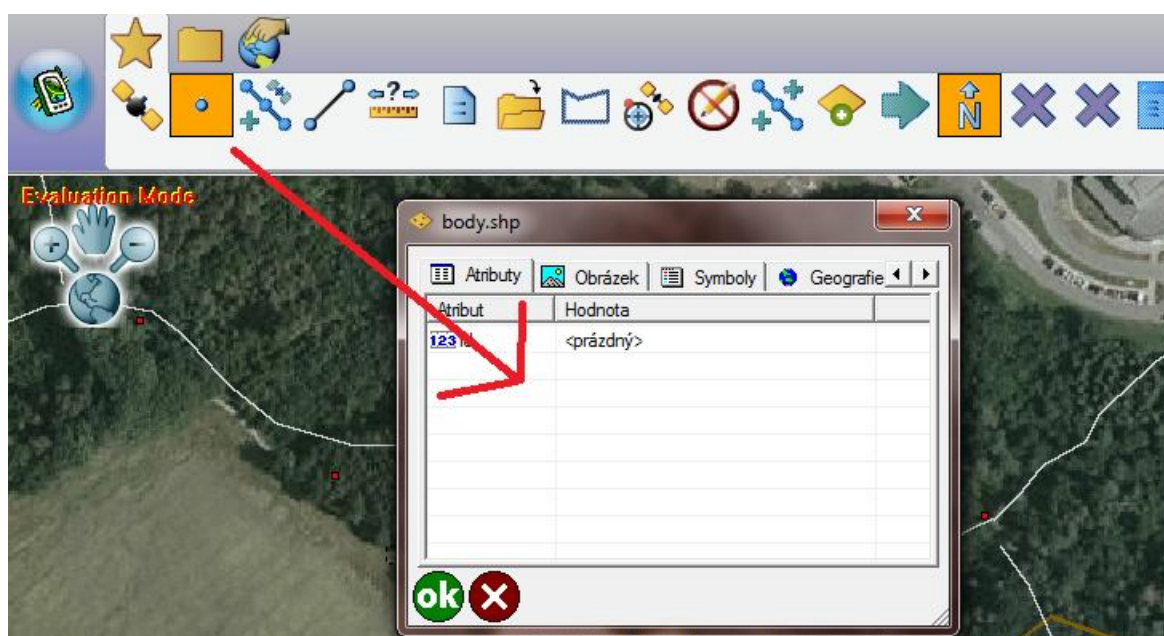
Dnes už je na trhu verzia programu ArcPad, ktorá podporuje GPSCorrect software. Program predstavuje cestu k diferenčnému spresneniu a zvýšeniu spoľahlivosti merania GPS. Jeho princíp spočíva v tom, že v teréne okrem štandardného zberu polohových a atribútových informácií sú ukladané aj binárne satelitné dáta vo formáte SSF. To umožní po návrate do kancelárie nahráť shapefile, tak i SSF dáta, ktoré následne štandardne diferenčne skorigujeme a dodatočne opravíme (spresníme) shapefile. Diferenčné korekcie je možno vykonať s využitím dát z verejnej referenčnej stanice a platené internetové služby Pathfinder Express. V prípade, že máme k dispozícii vlastné dáta, diferenčné korekcie je možné previesť v programovom prostredí Pathfinder Office.

Horšia je presnosť zaznamenávania výšky – vertikálnej polohy. Chyba merania sa udáva ako 1,5 násobok nepresnosti merania horizontálnej polohy. Chyba v údajoch nadmorskej výšky môže byť teda bežne 10-20 metrov.

Ako každé digitálne dáta i dáta z GPS sú veľmi zraniteľné. Jedným nevhodným kliknutým môžeme stratiť mnoho práce. Preto je nutné dbať na zálohovanie a pokiaľ možno informácie ukladať i v papierovej - tlačenej forme.

Pri mapovaní v ťažko prístupnom teréne, kedy nie je možný prístup k meranému objektu, je vhodné použiť laserový diaľkomer. Umožní nám tam zamerať vzdialenosť od známej polohy merača, a tým si môžeme vypočítať polohu i neprístupných bodov, nachádzajúcich sa napríklad v nepriechodnom teréne alebo v oplotenom priestore.

Pri samotnom meraní bodu pokračujeme nasledovne: Ak máme aktivované a načítané satelity a dodržané všetky podmienky predchádzajúce môžeme prejsť k odpočtu polohy. Prepne sa na vrstvu body v editačnom móde, a vytvoríme bod. Buď automaticky cez „sejmout vrcholy cez GPS“ alebo manuálne v editačnom móde vytvoriť bod a potom sa nám objaví tabuľka pre zadanie atribútov (obr. č.23). Po niekoľkých pokusoch by sa mal tento postup stať rutinným a operátor by mal byť schopný vytvoriť bod s dostatočnou rýchlosťou.



Obrázok č. 23 – Postup tvorby bodov v ArcPade

B, metodika pre zameranie siete línii

Ak budete chcieť zaznamenávať pohyb, narazíme na problém záznamu polohy v čase. GPS moduly predávajú polohu 1 krát za sekundu, niektoré inak, a to je u rýchlejšieho pohybu problém. Ak sa dráha rýchlo mení, nebude dobre zaznamenaná. Treba overiť statickú navigáciu [34].

Operátor obchádza trasu, ktorá má byť zaznamenaná s nastavenou frekvenciou 1x za sekundu. Operátor zastaví na vrchole línie a zaznamenáva polohu minimálne 10 sekúnd. Jedna línia sa ukladá priebežne počas celého merania (ceTrack.plt) a čiastočné línie

uložíme ako File/Záznam tracku/uložiť stopu tracku do súboru – uloží sa súbor PLT. Pri meraní línie je dobré postupovať pomalšou chôdzou okolo 0,5 m/s (2 km/h) a stále sledovať počet satelitov na oblohe. Pri malom počte satelitov (5 a menej) je dobré počkať na mieste a potom pokračovať v meraní. Pri významných bodoch, vrcholových bodoch sa môžu uložiť atribúty, bez toho aby sa ukončila editácia.

V teréne môžeme merať aj vzdialenosti. Pomocí ktorých si môžeme určiť polohu objektu, ku ktorému je obmedzená dostupnosť, alebo je obmedzený príjem signálu. Meranie vzdialeností môžeme podľa základného princípu rozdeliť na dva spôsoby. Pri priamom meraní pomocou tuhých meradiel meradlo kladieme priamo na povrch, plochu, ktorú chceme zmerať. Vznikne nám spojnica dvoch bodov. Merať môžeme pomocou tuhých meradiel ako pásma, lata alebo elektrooptických, laserových a rádiových diaľkomerov. Pri meraní za pomoci tuhých meradiel určujeme dĺžky vždy vo smere vodorovnom, meriame vždy po priamke, minimálne dvakrát nezávisle na sebe. Vo svahu sa meria vždy smerom dolu. Olovnicu prevažujeme na koniec pásma, nie na nulu. Pre meranie sa užíva dĺžky celého pásma, len u väčších sklonov sa skracuje [Mazalova 2005].

Pri nepriamom meraní vzdialeností meriame iné pomocné veličiny alebo základne a požadovanú dĺžku vypočítame následne z pomocných údajov. Meriame pomocou optických diaľkomerov, trigonometrie, GPS.

Princíp merania pomocou diaľkomeru: Vzdialenosť sa meria pozdĺž vyslaného laserového lúča až do jeho dopadu na odrazovú plochu. Červený bod laserového lúča označuje jednoznačne cieľový predmet, ktorého vzdialenosť je meraná. Rozsah merania závisí na obrazivosti a na povrchovej úprave cieľového predmetu. Prístroj vysiela prostredníctvom viditeľného laserového lúča impulzy, ktoré sa od objektu odrážajú. Doba jeho priechodu je úmerná vzdialenosti. Tento princíp merania umožňuje veľmi rýchle a spoľahlivé zameranie vzdialenosti bez špeciálneho reflektoru.

C, metodika pre zameranie polygónov

Pri zameraní polygónov si môžeme vybrať, akou metódou sa budú vytvárať. Je tu možnosť zmerať lomové body alebo zameranie fixných bodov a následne zmerať obvodné línie. Prvá metóda je presnejšia. Následne zameranie bodov a línií je rovnaká ako v predchádzajúcich kapitolách. Vyberieme si polygónovú vrstvu do editačného módu a zvolíme „sejmout“ bod. Polygón potom vytvoríme postupným obídením všetkých

vrcholových bodov objektu a vytvoria sa tak hranice polygónu. Keď chceme ukončiť editáciu, tak stlačíme tlačidlo „Polygon“ na displeji. Objaví sa nám atribútová tabuľka a zadáme tam potrebné atribúty.

Rýchlejšia metóda, ale aj nepresnejšia (ak je presnosť dostačujúca môžeme ju použiť) je aj taká, že v prístroji sa priblíži oblasť mapovania, a vytvoríme polygón v okne displeja, bez toho aby sa obchádzal celý neprístupný obvod plochy. Postup v OziExploreri je nasledovný: ak ho máme spustený zvolíme View/Panely nástroju/Panel vytvárení route (trasy). Objaví sa hore v okne panel, a pomocou neho zvektorizujeme našu plochu a uložíme do pamäte ako súbor s príponou RT2.

8.2.3 Kancelárske spracovanie dát v PC

Spracovanie a vyhodnocovanie väčšinou spočíva v transportu nameraných dát z meracieho prístroja do stolného počítača a v prehode súradníc zo systému WGS-84 do JTSK a prehode do požadovaného formátu pre ďalšie použitie.

Dáta z OziExplorera ako trasy, body a cesty sa ukladajú v špeciálnom formáte OziExplorera. Trasy v PLT, body v WPT a cesty RTE. Formáty iných typov chýbajú, ale vzhľadom k obľúbenosti OziExplorera existuje veľa konverzných utilít ako napríklad GPSBabel. Z ArcPadu sa môže rovno exportovať formát SHP.

Po exporte z PDA do stolného počítača sa dáta prevedú do súradnicového systému, ktorého potrebujeme vo výstupe. Súradnice bodov sa prevedú väčšinou do súradnicového systému JTSK v software Matkart.

GPS nám umožní zhromaždiť mnoho dát. Ich ukladanie a správa je náročné na udržanie jednotného značenia mapovaných objektov, na vytvorenie systému archivácie a na zápis ďalších potrebných informácií. V podstate platí, že na deň merania v teréne potrebujeme deň na uloženie, vyčistenie a popísanie nameraných dát. Bez tejto systematiky sa za krátky čas stane z nameraných dát neprehľadná kopa dát i pre samotného autora [11].

Keď sa meranie skončí, dáta sa stiahnu do počítača. A následne sa spracovávajú. Formy výstupov sú buď tabelárne prehľady dávajúce obraz o zisťovanom predmete, alebo obrazové, medzi ktoré patria mapové výstupy, grafové výstupy, vyjadrujúce graficky trendy sledovanej charakteristiky. Spracuje sa fotodokumentácia. Po spracovaní sa vytvorí geodatabáza s nameranými dátami, odovzdávajú sa mapy, záverečná správa, kde je

zapísaný priebeh mapovania, dátový slovník, záznamník, fotografie. A tak sa pripravujú dáta pre sekundárne spracovávanie vyhodnocovanie podľa kritérií ÚHÚL –u.

9 Vlastne merania - overovanie metodiky

GPS prístroje použité pri mapovaní:

Trieda	Prístroj	Software	podporované metódy vyhodnotenia
Nižšia	Mio P550	OziExplorer, ArcPad, NoniGpsPlot	Autonómne, WAAS/EGNOS
Stredná	Juno	OziExplorer NoniGpsPlot	Autonómne, WAAS/EGNOS, PP DGPS, Real-time DGPS
Vyššia	Trimble GeoExplorer Trimble Nomad	OziExplorer	Autonómne, WAAS/EGNOS, PP DGPS, Real-time DGPS

Tabuľka č. 7– Prehľad použitého hardwaru a softwaru

9.1 Terénny experiment č.1 - revízia bodov PPBP

9.1.1 Príprava mapovania

Meralo sa prístrojom Mio P550 a so softwarom ArcPad a OziExplorer Vytlačili sme si prehľadovú mapu (přehledku). Do ArcPadu sme si vložili dáta a vytvorili projekt a do Oziho sme si len uložili potrebné dáta. Ortofotomapy sú rozmerovo veľké pre malé PDA a preto je dobré keď sa rozdelia na menšie celky. Keby boli veľké, tak by sa nevošli na SD kartu. V OziExploreri funguje spoľahlivo indexácia máp. Pri každom spustení si program automaticky prehľadá adresáre s mapami (je možné definovať až 6 ciest k mapám) a vytvorí sa index všetkých máp. Takže pri zapnutí sa vždy zobrazuje tá mapa, ktorá je aktuálna pre danú pozíciu. Do PDA si pripravíme dáta kombinujúce katastrálnu mapu s leteckou snímku (do formátu OZFX3 pomocou softwaru *img2ozf*). Ale treba pamätať na pravidlo : „Méně je lépe.“

Kat. území **634956 Frýdek**
 Obec **598003 Frýdek-Místek**
 Okres **CZ0802 Frýdek-Místek**

Bod 1051	Bod zhlídl (jméno, rok)	Y	454859,17	SM5	OSTRAVA 5-8
Kód kv. 3	Platnost od: 01.03.2004	X	1117213,01	Misiolský náčrt	
Popis, způsob stabilizace a určení bodu Bodem je žulový mezník M2 v lese u hranice s k.ú. Sediště ve Slezsku 5m jihových. od lesní cesty. Bod určen polygonovým pořadem.		nadm. výška Bpv.			
Poznámka Kat a měř. úř. v Opavě, 1960. Bod nemá orientaci.		Detail			
ETRS89					

Obrázok č. 25 - Geodetické údaje o bodech podrobného polohového bodového poľa

9.1.2 Mapovanie

Samotná revízia prebiehala ako navigácia na dopredu určený bod v teréne. K orientácii nám slúžila prehľadová mapka. Pri tejto úlohe sa lepšie osvedčil Ozi pred ArcPadom. kvôli navigácií. V ArcPade sme následne vytvárali body po ich nájdení. Do desktopovej aplikácie OziExplorer som si vložila body, (Rozmiestniť body na mape), ktorých poloha sa mala overovať v teréne. Na mieste potom stačí otvoriť súbor s bodmi (File/Waypoints/Náčíst Wp ze souboru), otvoriť zoznam bodov (File/Waypoints/Seznam WP) a spustiť navigáciu k určeným bodom. Klikneme na požadovaný bod a potom na tlačidlo „Jít na“. Navigácia v programe so smerovou šípkou v rohu obrazovky navigovala vždy k najbližšiemu ďalšiemu kontrolnému bodu. Po príchode na miesto, kde sa mal daný bod nachádzať, sa v niektorých prípadoch nič nenachádzalo. Niektoré boli vo veľmi trávnom poraste a zarastené.

Celkom bolo zaevidovaných 17 bodov. Meranie bolo vykonané statickou metódou, záznamový interval bol 2 sekundy, doba observácie 30 minút, elevačný uhol 10°. Počet družíc sa pohyboval od 5 po 9. PDOP bolo nastavené na hodnotu 7.

9.1.3 Spracovanie

Meranie potvrdilo očakávanie, že observácia trvala dlho. Pri plánovanom meraní, kde sme si naplánovali dobu merania sme však mali dostatok signálov, a presnosť bola v norme. Presnosť bola do 2 m, čo podľa Vyhl.č.84/96 SB. o lesnom hospodárstve je dostatočná pre účely zamerania hraníc vyšších jednotiek priestorového rozdelenia lesa. Prehľad evidovaných bodov je zobrazený na mape (príloha č.2).

9.2 Terénny experiment č.2 – mapovanie objektov vo Frýdeckých lesoch

Overenie využiteľnosti GPS zariadení pod clonou lesného porastu sme vykonali na katastrálnom území v okolí Frýdku-Místku vo Frýdeckých lesoch (zobrazenie územia v prílohe č.1). Ide o typické lesnaté prostredie s variabilnými porastovými podmienkami. Merania sme vykonali v dobe plného rastu listnatých stromov v júli a októbri 2009.

9.2.1 Príprava mapovania

Zvolili sme si prístroj prístroje Juno SC, Trimble Nomad, ktoré boli vypožičané z pobočky ÚHÚL-u FM. K tomu bol aj prístroj Mio P550. Na nich boli nainštalované programy OziExplorer, ArcPad. Podkladové dáta skontrolujeme v zariadeniach, či tam sú uložené dáta, ak nie, nakopírujú sa z počítača. Kopírujú sa do zložky na pamäťovej karte (\\Data\\Pro OziExplorer a \\Data\\projekt_ArcPad_2009). Dáta sú samozrejme v podporovanom formáte, ktorý požaduje software. Dáta budú taktiež v podporovanej projekcii (WGS-84). V programe Trimble Planning sa overil dostupnosť signálu. Vytlačil sa protokol k mapovaniu. Urobil sa prehľadný dátový slovník pre mapovanie v ArcPade a na základe neho projekt. Pred meraním sa overili nastavenia prijímu signálu z WAAS/EGNOS. Taktiež sa počkalo dostatočne dlho na to, kým sa načítajú informácie zo satelitov. Počas tohto čakania môže operátor napríklad vyplňovať protokol k meraniu. Potom sa môže operátor vydať mapovať do lesného porastu.

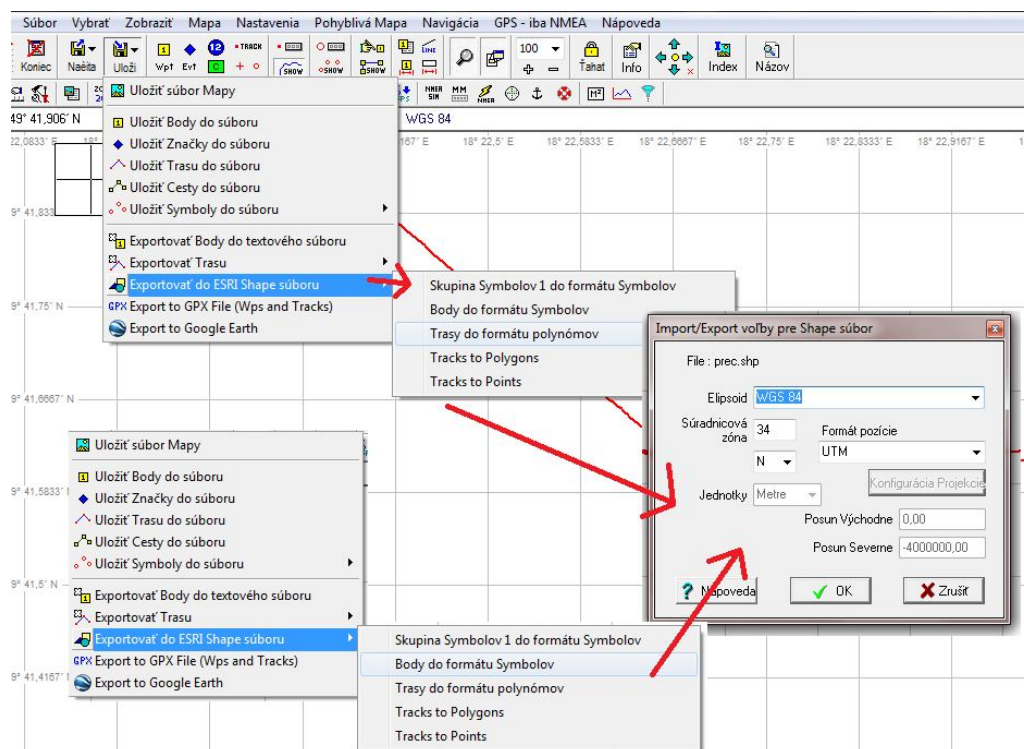
9.2.2 Mapovanie

V prvej fáze sa zameriavali body. Meralo sa v rôznych typoch terénu. V bezlesí aj v úplnej clone porastu. Zameriavali sa polohy stromov (výber) ako napríklad pri taxácii lesov, ďalej miesta kríženia komunikácií. Z metód spresnenia boli použité priemerovanie a SBAS korekcie (WAAS/EGNOS). Na všetkých prístrojoch sme jednotne používali nasledovné nastavenie užívateľských parametrov: nastavenie DOP je do 6, výšková maska 10°. V niektorých prípadoch bola hodnota prekročená, tak sa čakalo na signál. Poloha všetkých bodov bola určená presným pozemným geodetickým meraním postupne všetkými prijímačmi. Na posúdenie polohovej presnosti každého z prijímačov sme použili metódu s výpočtom individuálnych rozdielov hodnôt súradníc. Do pamäte sa ukladajú merané statické dáta.

V druhej fáze sa zameriavali línie. Dáta v reálnom čase boli zaznamenávané a ukladane do prístrojov. Tvorba cesty prebieha jednoducho pridávaním bodov trasy s možnosťou následnej úpravy. Merali sa dve trasy na tom istom úseku. Jedna rasa (červená na mape v prílohe č.4), je meraná v programe OziExplorer, observácia trvala na jednom bode 2 minúty. Overovali sme si počas mapovania, či je zaškrtnutá ponuka „File/Záznam tracku/Záznam tracku do súboru. Druhá trasa (modro zobrazená na mape v prílohe č.3) sa merala ArcPadom. Merala pomocou statickej metódy, observácia trvala 5 minút. Počas merania je nutné sledovať počet satelitov. V ArcPade by nám hlásilo stratu satelitov samo, a nebolo by treba sledovať satelity. Pri pohybe bol záznamový interval 1 sekunda a statická navigácia bola vypnutá.

9.2.3 Spracovanie dát

V kancelárii sa stiahnu dáta z prístroja. Z programu ArcPad stačilo namerané dáta prekopírovať so počítača. Spracovanie bodov z Oziho prebiehalo zložitejšie. Dáta sa stiahli na počítač. Namerané dáta sa postupne načítali do OziExplorera (PLT, WPT) a potom sme ich exportovali (Trasy do formátu polynómov/ zadať parametre WGS-84-UTM 34N). Takto nám vznikol shapefile (postup na obrázku č. 26).



Obrázok č. 26 – Postup exportu shapefile- ov

Transformácia dát do S-JTSK je vykonaná pomocou software MarKart. Na vyhodnotenie presnosti určenia polohy jednotlivými prijímačmi sme použili postup s výpočtom veľkosti individuálnych odchýlok pre každé meranie, priemernej odchýlky. Celková priemerná veľkosť súradnicovej chyby pod porastom pre Mio P550 dosiahla 8,23 m, pre Juno SC 6,71 m a pre Nomad 6,20 m. Štatisticky významný parameter bol aj vplyv veku lesného porastu. V týchto zmiešaných lesoch by bolo vhodnejšie mapovať objekty v období vegetačného pokoja.

Výber dát je zobrazený v tabuľke presností (tab. č.8) a na mapovom výstupe v prílohách č.3 a 4). Na poslednom mapovom výstupe (príloha č.5) je zobrazené mapovanie bez korekcií a s korekciami SBAS.

bodové prvky	max PDOP	počet satelitov	horizontálna presnosť (m)
WP15	8,1	8	13,7
WP18	9,8	6	12,7
WP20	12,5	7	15,9
WP21	13,4	5	15,5
WP22	7,6	6	9,8
WP23	12,1	4	14,8

Tabuľka č. 8 – Namerané hodnoty u bodov

9.3 Výsledky

Po tomto experimentálnom meraní sa ukázalo, že pri použití autonómneho merania bez následnej diferenčnej korekcie možno docieľiť uspokojivej polohovej presnosti do 10 metrov. Takúto presnosť je potreby ÚHÚL -u mapovania považovať za dostačujúcu. V mieste so slabým signálom je možné presnosť zvýšiť kombináciou určenia súradníc bodu na mieste s vyššou presnosťou pomocou GPS a doplnením iných meracích prístrojov (pásmo, diaľkomer) od tohto bodu. Pri použití systému SBAS (WAAS/EGNOS), ktorý väčšina GPS prijímačov podporuje, je možné dosiahnuť strednú polohovú chybu 2–7 m. Použitie systému EGNOS je však náročnejšie na príjem signálu z dostatočného počtu družíc a na dlhšiu dobu observácie.

10 Diskusia

Práca na stolnom počítači a v teréne by mala prebiehať bezchybne. Pomohli hlavne odborné články a diskusie o programoch, návody na ovládanie. Problémy nastali až keď prišlo na rad mapovanie v teréne. Samotné testovanie prebiehalo v lokalite, ktorá je pomerne husto zarastená stromami jak ihličnatými, tak i listnatými. Z dôvodu testovania bolo meranie niekoľkokrát opakované, ale vždy sa objavili problémy, ktoré zasahovali do mapovania. A z hľadiska mojej úrovne odbornosti, tieto problémy ovplyvňovali tvorbu metodiky a jeho kvalitu.

V práci sa nezaobrámam detailne presnosťou merania, keďže moja práca nie je zameraná na testovanie presnosti. Pri vyhodnocovaní výsledkov treba brať ohľad na metodiku vykonávaných meraní, podmienky merania ako boli dostupnosť signálu zo satelitov, kvalita signálu, charakter terénu, nastavenie užívateľských parametrov a podobne.

A taktiež takéto experimentálne meranie bolo vykonané prvý krát, preto nie je možnosť posúdiť výsledky s inou prácou.

Domnievam sa, že ciele diplomovej úlohy bolo splnené. Metodiku bude možné použiť pri zbere údajov pri meraní polohy objektov, ktoré nie sú v teréne presne vyznačené a stabilizované. Typickým príkladom môže byť popis porastov pri spracovávaní LHP a tematické mapovanie. Meranie pomocou GPS a na miestach bez prístupu a s clonou porastu s možnosťou pokračovať klasickými postupmi s pevnými meradlami.

Ak by sme sa chceli viacej zaoberať presnosťou merania spomenieme diferenčné mapovanie. Do metodiky by sa mohli zapojiť DGPS prístroje, ktoré mimo signálu z družíc pracujú s ďalším signálom zo zeme z vysielača s presne známej polohy. Tento pozemný vysielač pracuje s frekvenciami, ktoré lepšie prenikajú členitým terénom a umožňuje presné meranie polohy (1-2m) i tam kde klasická GPS nemeria. Od referenčnej stanice by sa operátor nemal vzdialiť viac ako 200 metrov. Je lepšie, keď sa podmienky diferenčného merania overia ešte pred mapovaním. Napríklad by bolo vhodné zvoliť meranie s metódou diferenciálneho GPS kódového merania s post-processingom. Ako referenčnú stanicu sme použili stanicu z CZEPOS-u CFRM vo Frýdku-Místku, vzdialenú od miesta meraní 4 km.

11 Záver

Globálne navigačné a polohové systémy sa v posledných rokoch stali veľmi využívaným prostriedkom na mapovanie terénu. Časom sa stali aj jednou z najrozšírenejších a najpresnejších metód, ako určiť polohu ľubovoľného bodu na povrchu Zeme. Avšak je tu aj otázka, ako sa budú tieto systémy rozvíjať do budúcnosti.

Aby tieto systémy boli použiteľné aj pre zber dát do GIS s uspokojivou presnosťou aj v náročných podmienkach (hustý porast stromov), je napríklad vytvoriť a dodržiavať metodické postupy, ktoré nám zaručia presnosť merania. Najdôležitejšie je si dôkladne naplánovať meranie v teréne. Taktiež doporučujem používať metódy diferenčného určovania polohy z overených zdrojov. Samozrejme tomu pomôže aj k prístroju pripojená externá anténa. To všetko môže dopomôcť k efektívnemu a rýchlemu meraniu pre účely pracovnej skupiny Ústavu pre Hospodársku Úpravu Lesov .

12 Zoznam použitej literatúry

- [Brix 2005] BRIX, R.: Porovnaní přesnosti a parametrů různých GPS přijímačů a testování nástrojů pro transformaci dat mezi souřadnicovými systémy WGS-84 a S-JTSK, VŠB-TU Ostrava, 2005, dostupné na http://gis.vsb.cz/GISacek/GISacek_2005/Sbornik/brix/brix.html
- LEICK, A. (2004): GPS satellite surveying. Wiley, 435 s., ISBN 0-471-05930-7
- [Mazalova 2005] MAZALOVÁ, J.: Měření délek a komparace měřidel a dálkoměrů, učební texty, VŠB-TU Ostrava, 2005, dostupné na http://hgf.unas.cz/mereni_delek.doc
- [Mirijovsky 2008] MÍŘÍJOVSKÝ, J.: Hodnocení podmínek využitelnosti systému GPS jako zdroje geografických dat pro GIS v NP České Švýcarsko, UP Olomouc, 2008 dostupná na http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2008/sbornik/Lists/Papers/024.pdf
- [Pavlicek 2007] PAVLÍČEK, D.: Využití mobilních navigačních zařízení při mapování krajiny, UJEP Ústí nad Labem, 2007 dostupná na http://fzp.ujep.cz/Kig/obecne/lidi/dolansky/dp/BP2007_Pavlicek.pdf
- [Rapant 2002] RAPANT, P.: Družicové polohové systémy, VŠB-TU Ostrava, 2002
- [Rapant 2005] RAPANT, P.: Geoinformačné technológie, VŠB-TU Ostrava, 2005
- RAPANT, P.: Úvod do družicových polohových systému. Časť 1. Škola – vložená príloha časopisu GeoInfo, roč. 1., číslo 2. Ostrava, 1998, 12 strán. ISSN1212-4311.
- RAPANT, P.: Úvod do družicových polohových systému. Časť 2. Škola – vložená príloha časopisu GeoInfo, roč. 1., číslo 3. Ostrava, 1998, 16 strán. ISSN1212-4311.
- [Steiner 2003] Steiner I., Černý J.: GPS od A do Z. eNav, s.r.o., Praha, 2003. ISBN 80-239-0228-8. 178 stran.
- [Voženílek 2001] VOŽENÍLEK, V.: Integrace GPS/GIS v geomorfologickém výzkumu. Univerzita Palackého, Olomouc, 2001. ISBN 80-244-0383-8. 183 stran.
- [1] http://cs.wikipedia.org/wiki/Naviga%C4%8Dn%C3%AD_syst%C3%A9m_Galileo
- [2] http://www.esa.int/esaNA/ESAV577708D_index_0.html
- [3] www.comtel.cz/files/download.php?id=4046
- [4] gama.fsv.cvut.cz/~k152/navody/ZFG/ZFG-Souradnicove-soustavy-08.pdf
- [5] <http://www.zememeric.cz/default.php?clanek.php?zaznam=1273>
- [6] home.zf.jcu.cz/public/departments/kpu/vyuka/geod_hanek/gps.doc

- [7] <http://czepos.cuzk.cz/>
- [8] <http://oko.asu.cas.cz/vesog/home.html>
- [9] http://www.kowoma.de/gps/waas_egnos.htm
- [10] www.geodis.cz/www/download/pdf/gdn12002/st16-17.pdf
- [11] www.meluzina.info/download/PSM07_zpr_GIS_GPS_www.pdf
- [12] <http://www.agis.sk/detauly/GIS-prijimace--geoxh-handheld>
- [13] http://www.geotronics.cz/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=24&category_id=58&option=com_virtuemart&Itemid=8
- [14] http://www.geotronics.cz/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=103&category_id=91&option=com_virtuemart&Itemid=8
- [15] <http://navigovat.mobilmania.cz/Testynavigaci/AR.asp?ARI=114192>
- [16] http://www.geotronics.cz/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=40&category_id=63&option=com_virtuemart&Itemid=7
- [17] <http://www.agis.sk/detauly/GIS-prijimace--gps-pathfinder-proxh>
- [18] http://pctuning.tyden.cz/hardware/notebooky-pda/8332-mio_p550-kapesni_pocitac_s_navigaci?start=2
- [19] <http://www.antechnic.com/impulse.htm>
- [20] <http://www.technika.ilcik.cz/garmin-gpsmap-60csx/co-je-lepsi-helix-nebo-patch.html>
- [21] <http://www.gpsforum.sk/index.php/topic,956.0.html>
- [22] http://www.geotronics.cz/index.php?page=shop.getfile&file_id=67&product_id=1&option=com_virtuemart&Itemid=8
- [23] <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/software/esri/gis-do-terenu/arcpad/>
- [24] http://gis.vsb.cz/vojtek/content/gitfast_c/files/06/ArcPad_QuickRef_CSY.pdf
- [25] <http://www.ce4you.cz/articles/detail.asp?a=245>
- [26] <http://aeguerre.free.fr/Public/PocketPC/NoniGPSPlot/EN/index.php>
- [27] <http://sites.google.com/site/vaclavkovarik/jaknanonigps>
- [28] <http://www.gpsbabel.org/>
- [29] <http://www.kartografie.ic.cz/matkart/matkart.php>
- [30] <http://w5.nuinternet.com/s660100031/SirfTech.htm>
- [31] <http://www.uhul.cz/>

- [32] <http://tvorbamap.shocart.cz/kartografie/podklady.htm>
- [33] http://gis.vsb.cz/vojtek/index.php?page=gnps_c/index
- [34] <http://navigovat.mobilmania.cz/clanky/AR.asp?ARI=113030>
- [35] http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%A1diov%C3%A9_sign%C3%A1ly_GPS

13 Zoznam použitých obrázkov, tabuliek

Obrázok č. 1 – Zobrazenie výšok.....	8
Obrázok č. 2 – Stanice CZEPOS	15
Obrázok č. 3 – Služby pre real-time mapovanie.....	16
Obrázok č. 4 – Oblasti pôsobenia SBAS satelitov.....	18
Obrázok č. 5 – Oblasť pôsobenia EGNOS	19
Obrázok č. 6 – Rozloženie satelitov a ich DOP.....	21
Obrázok č. 7 – Znázornenie vplyvu ionosféry a troposféry	22
Obrázok č. 8 - Trimble GeoExplorer 2005- GeoXH.....	37
Obrázok č. 9 - Trimble GeoExplorer 2008- GeoXM.....	38
Obrázok č. 10 – Juno SC	39
Obrázok č. 11 - Trimble Nomad 800	39
Obrázok č. 12 - Trimble Pathfinder PreXH.....	40
Obrázok č. 13 – Mio P550.....	41
Obrázok č. 14 - Laserový diaľkomer FOREST PRO.....	41
Obrázok č. 15 – Prostredie programu OziExplorer.....	48
Obrázok č. 16 – Prostredie Janitoru	49
Obrázok č. 17 – Prostredie ArcPadu	52
Obrázok č. 18 – Prostredie OziExploreru CE.....	53
Obrázok č. 19 – Prostredie NoniGpsPlot.....	54
Obrázok č. 20 – Vypočítané hodnoty PDOP v programe Trimble Planning	57
Obrázok č. 21 – Prostredie programu SirfTech	58
Obrázok č. 22 – Spôsob rozloženia satelitov – vplyv na hodnotu PDOP	67
Obrázok č. 23 – Postup tvorby bodov v ArcPade	69
Obrázok č. 24 - Výrez z ortofotomapy na WMS službe ČÚZK.....	74
Obrázok č. 25 - Geodetické údaje o bodoch podrobného polohového bodového poľa	75
Obrázok č. 26 – Postup exportu shapefile- ov	77

Tabuľka č. 1 – Parametre GNPS	5
Tabuľka č. 2 – Presnosť meraní pri použití daných systémov.....	19
Tabuľka č. 3 – Presnosti meraní.....	20
Tabuľka č. 4 – Priemerné hodnoty chýb spôsobené vybranými faktormi [Steiner 2003]...	24
Tabuľka č. 5 – Porovnanie parametrov	43
Tabuľka č. 6 – Porovnanie podkladových dát	62
Tabuľka č. 7 – Prehľad použitého hardwaru a softwaru	73
Tabuľka č. 8 – Namierané hodnoty u bodov	78

14 Zoznam príloh

Príloha č.1	Mapa lokality merania
Príloha č.2	Mapa evidovaných PPBP
Príloha č.3	Mapa meraných línií
Príloha č.4	Mapa meraných línií
Príloha č.5	Mapa meraných línií
Príloha č.6	CD-ROM

Zoznam príloh na CD-ROM

Adresár DATA	- Obrysové mapy do OziExploreru - Ortofoto do NoniGpsPlot - Projekt ArcPad
Adresár DP_TEXT	- Obsahuje text diplomovej práce (doc, pdf)
Adresár PRILOHY	- Dátový Slovník - Metodika pre ArcPad - Metodika pre OziExplorer - Mapy z meraní - Doplnujúci text o NMEA správach - Protokol ku meraniu - Rešeršná práca k DP
Adresár SOFTWARE-	ArcPad 8.0 - gpsBabel - NoniGpsPlot - Trimble Planning - SirfTech

Frýdecké lesy

Zobrazenie blasti experimentálneho mapovania



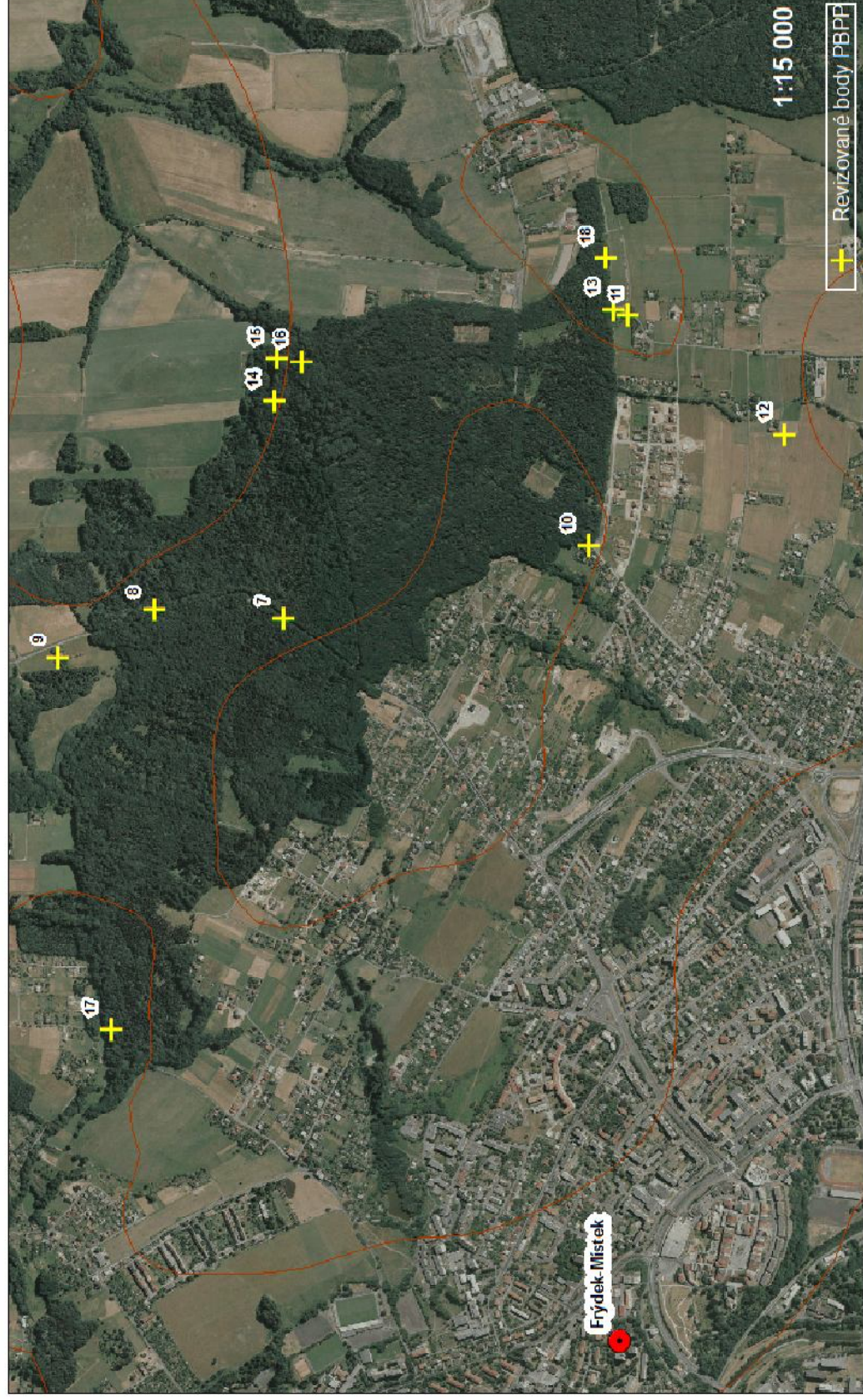
Súradnicový systém WGS-84, Dáta WMS Ceria, ARC ČR 500

0 500 1 000 1 500 metrov

1:20 000

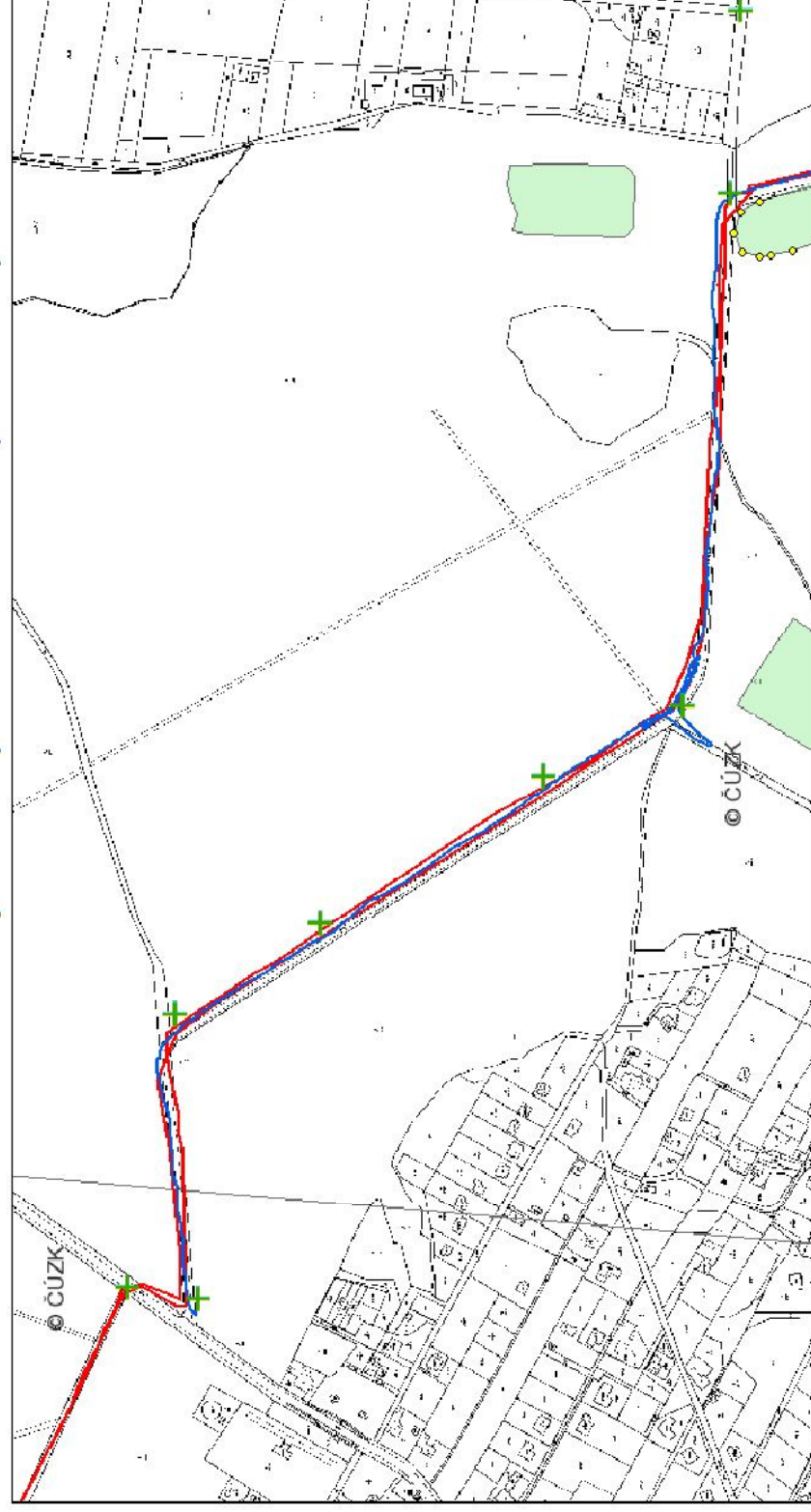
Vyhotovila: Daniela Sumegová, Ostrava 2010

Revízia podrobného polohového bodového poľa v okolí Frýdku-Místku



Frýdecké lesy

Zobrazenie nameraných dát experimentálneho mapovania - výrez



0 100 200 300 400 500 metrov

1:5 000

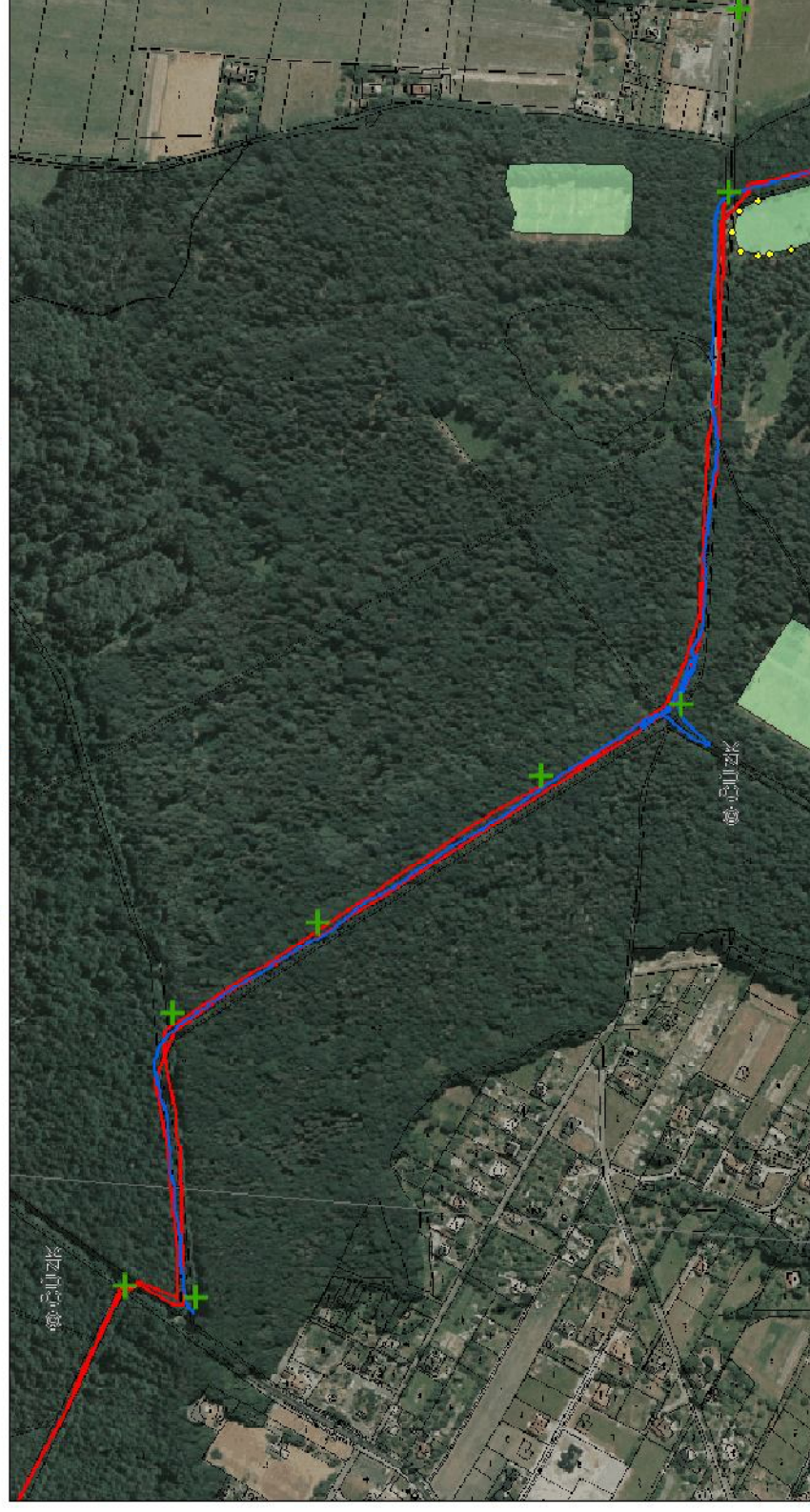
Súradnicový systém WGS-84, Dáta WMS Cenla, ARC ČR 500

Vyhotovila: Daniela Sumegová, Ostrava 2010

- + křižovatky
- ArcPad
- OziExplorer
- plochy

Frydecké lesy

Zobrazenie nameraných dát experimentálneho mapovania - výrez



0 100 200 300 400 500 metrov

1:5 000

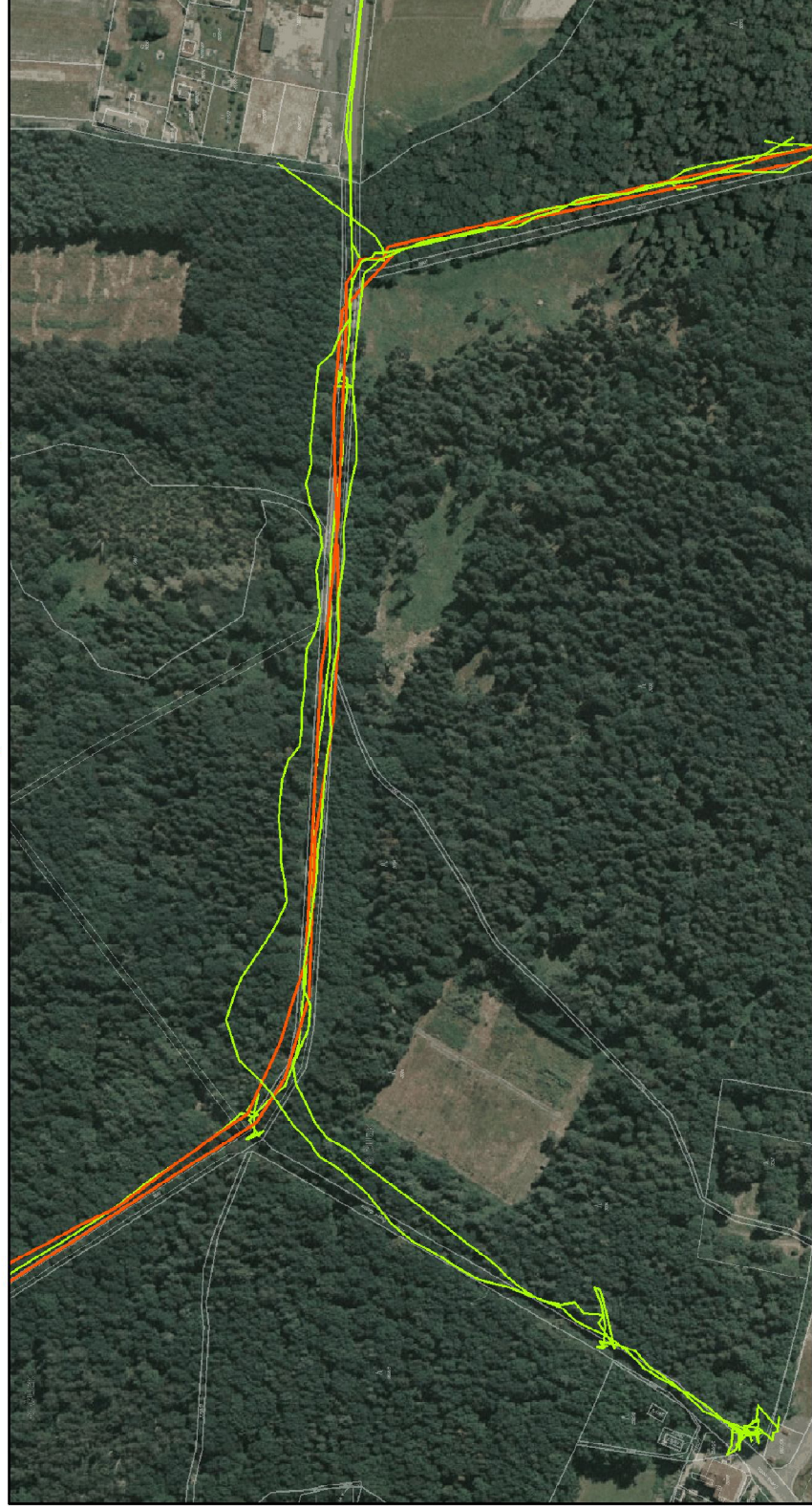
- + križovatky
- ArcPad
- OziExplorer
- plochy

Súradnicový systém WGS-84, Dáta WMS Cenia, ARC ČR 500

Vyhotovila: Daniela Sumegová, Ostrava 2010

Frýdecké lesy

Zobrazenie nameraných dát experimentálneho mapovania - výrez



Bez korekcí
Korekcie EGNOS

0 100 200 300 400 500 metrov

Súradnicový systém WGS-84, Dáta WMS Cenia, ARC ČR 500

1:3 000

Výhotovila: Daniela Sumegová, Ostrava 2010